

جمهورية مصر العربية
وزارة الصناعة والتنمية التكنولوجية
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى

البرنامج العملى

كهرباء صناعية

الصف الثانى

إعداد
الأستاذ / عبد الحى أحمد عبد الحى الخولى
معهد تدريب المدربين والملاحظين

مراجعة
مهندس استشارى / مصطفى زغلول عبده
مدير عام معهد تدريب المدربين والملاحظين

القاهرة
الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية
١٤٢٤ هـ - ٢٠٠٣ م



جمهورية مصر العربية

وزارة الصناعة والتنمية التكنولوجية

مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى

البرنامج العملى

كهرباء صناعية

الصف الثانى

إعداد

الأستاذ / عبد الحى أحمد عبد الحى الخولى

معهد تدريب المدربين والملاحظين

مراجعة

مهندس استشارى / مصطفى زغلول عبده

مدير عام معهد تدريب المدربين والملاحظين

القاهرة

الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

١٤٢٤هـ - ٢٠٠٣م



بسم الله الرحمن الرحيم

وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ

صدق الله العظيم

بســـم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

أبنائى الطلاب

نقدم لكم هذا الكتاب بعد إعداده بواسطة متخصصين من رجال مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى ليكون مرشداً لكم على دراسة المهنة ، ومعيناً لكم على تحديد جوانب التعليم التى تحتاج منكم بذل المزيد من الجهد حتى تحققوا لأنفسكم النجاح المنشود ، فأنتم طلاب التدريب المهنى الدعامة الرئيسية للصناعة فى مصرنا الحبيبة ، بل أنتم الأداة الفعالة لبناء القوى البشرية للمجتمع الصناعى ، والوسيلة الفعالة لرفع الإنتاجية ، حيث يتم تدريبكم عملياً بالمصانع والشركات على المهن المختلفة وفق مناهج تم وضعها بكل دقة تمكنكم من اكتساب المهارات العملية والخبرة والمعرفة اللازمة لتعلم مهنة أو حرفة بجانب الدراسة النظرية للمواد الثقافية والفنية والمرتبطة بهذه المهن والتى سوف ترفع من مستواكم وتنمى فيكم قدرات الفهم والتحليل والإبداع بالإضافة إلى المهارات العملية والوجدانية التى نحن فى أمس الحاجة إلى تنميتها فيكم لتصبحوا من خلالها أفراداً صالحين قادرين على تحمل المسئولية والتواصل مع روح العصر واستشراق آفاق المستقبل .

وأطلب منكم أبنائى الطلاب أن تكونوا فخورين بما وصلتم إليه فى هذه المرحلة الدراسية، لأن من تعلم لغة قوم أمن مكرهم وأنتم هنا تعلمتم لغة العالم المتقدم ألا وهى الصناعة عنصر الحياة بأسرها .

فلتحرصوا دائماً على أن تكونوا الأوائل فى تعلم الصناعات والمهن المتاحة لكم علماً وعملاً وتطبيقاً .

وأرجو أن يقدم هذا الكتاب الفائدة المرجوة منه لكل من الطالب والمعلم

والله هو الموفق إلى سواء السبيل ،،،

وكيل أول الوزارة رئيس المصلحة

كيميائى / محمد أحمد هلال

بسم الله الرحمن الرحيم

" وفوق كل ذى علم عليم "

أحمدك اللهم وأشكر نعمك والآئك وأطلب عونك فإنى بما أنعمت على من خير فقير ... وبعد .

فإنى أتقدم ببالغ الشكر والتقدير للسادة المسئولين بمصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى للثقة الغالية وقيامهم بتكليفى بإعداد كتاب البرنامج العملى للفرقتين الأولى والثانية لتلاميذ مركز التدريب المهنى تخصص كهرباء صناعية وكم كانت سعادتى لهذا التكليف لرغبتى دائما فى تقديم علم ينتفع به .

وأدعو الله العلى القدير أن أكون أهلا لهذه الثقة .

والحق أقول إنى مدين لمصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى التى أتاحت لى عى مدى أكثر من ثلاثين عاما فرص متعدده لاكتساب خبرتى فى مجال الكهرباء الصناعية والتى تتمثل فى التدريب العملى والتدريس النظرى ثم التوجيه للسادة المدربين والمدرسين وأيضا من خلال الدورات التدريبية المتكررة بداخل جمهورية مصر العربية أو بالخارج .

وإنى لا أدعى الكمال فالكمال لله وحده ولكن يكفينى شرف الاجتهاد أملاً فى أن يكون كتابى هذا خطوة على الطريق .

ويسعدنى أن أتقدم بشكر خاصة للسيد المهندس / مصطفى زغلول عبده مدير عام معهد تدريب المدربين لتوجيهاته القيمة وللسادة الزملاء الذين ساعدوا فى إخراج هذا الكتاب بتلك الصورة .

والله أسأل أن ينتفع به التدريب والمتدربون ،

والله ولى التوفيق ،

عبد الحى أحمد عبد الحى الخولى

البرنامج العملى

تخصص كهرباء صناعية

السنة الثانية

المنهج :

البـــاب الأول : الخطوط الهوائية للضغط المنخفض .

البـــاب الثـانى : إمداد المنشآت بالطاقة الكهربائية وتجميع لوحات التوزيع .

البـاب الثـــالث : المحركات الكهربائية الثلاثية الأوجه .

البـــاب الرابـع : المحركات الكهربائية الأحادية الوجه .

الباب الخامس : لعضو الدوار الملفوف لآلات التيار المستمر والمحركات العامة .

الباب السادس : صيل الدوائر الأساسية لبدء تشغيل المحركات الثلاثية الأوجه .

البـاب الســـابع : توصيل الآلات المتزامنة .

البـاب الثـــامن : صيانة البطاريات .

م		رقم الصفحة
٦	**سادسا : توصيل الدوائر الأساسية لبدء تشغيل المحركات الثلاثية الأوجه :** * بدء تشغيل محرك تيار متردد باستخدام قاطع دائرة . * عكس اتجاه الدوران باستخدام مفتاح كامات . * تشغيل المحرك نجمة / دلتا باستخدام مفتاح كامات . * المفاتيح الكهرومغناطيسية . * التحكم فى تشغيل محرك ٣ أوجه باستخدام المفتاح الكهرومغناطيسى . * تشغيل لحظى . * تشغيل دائم مع استخدام اللمبات . * تشغيل دائم مع استخدام المتممات الحرارية . * التحكم فى عكس اتجاه الدوران باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية . * التحكم فى تشغيل المحرك نجمة / دلتا باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية . * التحكم فى تشغيل المحرك نجمة / دلتا باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية ومفتاح زمنى . * التحكم فى سرعة المحرك بتغيير عدد الأقطاب . * تحسين معامل القدرة بدائرة محرك ثلاثى الأوجه . * قياس كل من القدرة الفعالة وغير الفعالة والظاهرية ومعامل القدرة .	٢١٧
٧	**سابعًا - توصيل الآلات المتزامنة ثلاثية الأوجه :** ١ - ضبط سرعة محرك ذى حلقات باستخدام مقاومات البدء . ٢ - بدء تشغيل محرك ثلاثى الأوجه ذى حلقات منزلقة كمحرك تأثيرى ولتغيير قيمة معامل القدرة .	٢٧١
٨	**ثامنًا - صيانة البطاريات :** ١ - تنظيف واختبار البطاريات . ٢ - اختبار بطارية موصلة بحمل . ٣ - شحن البطارية .	٢٨١

الباب الأول

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض



الخطوط الهوائية للجهد المنخفض

تستخدم الخطوط الهوائية سواء لنقل أو توزيع القدرة الكهربائية فى المناطق الصحراوية أو الريفية وذلك لرخص تكاليفها بالنسبة للكابلات الأرضية بينما تستخدم الكابلات فى الأماكن الكثيفة السكان كالقاهرة الكبرى مثلاً لدواعى الأمان ، وسنتكلم هنا عن الخطوط الهوائية المستخدمة فى الجهد المنخفض والتى لا يزيد جهدها عن ألف فولت .

تركيب الخط الهوائى :

يتركب الخط الهوائى من الأجزاء الأساسية الآتية :

١ - الأبراج أو الأعمدة .

٢ - الموصلات .

٣ - العوازل .

٤ - الأبراج أو الأعمدة .

يجب أن يتوفر فى الأعمدة المستعملة فى الخطوط الهوائية الخواص التالية :

(أ) أن تكون قوية التحمل من الناحية الميكانيكية وأن تتحمل حتى ثلاثة أضعاف الحمل المحتمل أن تتعرض له .

(ب) أن تكون أجزاء العمود قليلة العدد .

(جـ) أن يكون العمود خفيف الوزن .

(د) أن يكون رخيص الثمن بقدر الإمكان .

(هـ) تكاليف الصيانة يجب أن تكون أقل ما يمكن .

(و) سهولة تركيب العوازل والموصلات عليه .

(ز) أن يعيش مدة طويلة .

(ح) أن يكون مقبول الشكل .

وأهم المواد المستعملة فى صناعة الأعمدة هى الخشب والخرسانة سابقة الإجهاد وأعمدة الصلب .

الأعمدة الخشبية :

تستخدم الأعمدة الخشبية عادة فى حالة الجهود المنخفضة (٢٥٠ فولت مع الأرض) وتصنع هذه الأعمدة من الخشب الصنوبر الموسكى أو خشب الشوح ، وتشرب الأعمدة قبل استعمالها بمادة واقية ضد العفونة ، وأهم المواد المستعملة لهذا الغرض هى الكيروزوت ، والأعمدة المشربة بهده المادة تصلح للاستعمال حتى عشرين عامًا .

وتمتاز الأعمدة الخشبية بالمزايا الآتية :

١ - رخص ثمنها فى البلاد التى تتوفر فيها الأخشاب الطبيعية ، وكذلك قلة تكاليف نقلها .

٢ - سهولة ورخص تكاليف تركيب العوازل والموصلات عليها .

٣ - عازلة إلى حد ما .

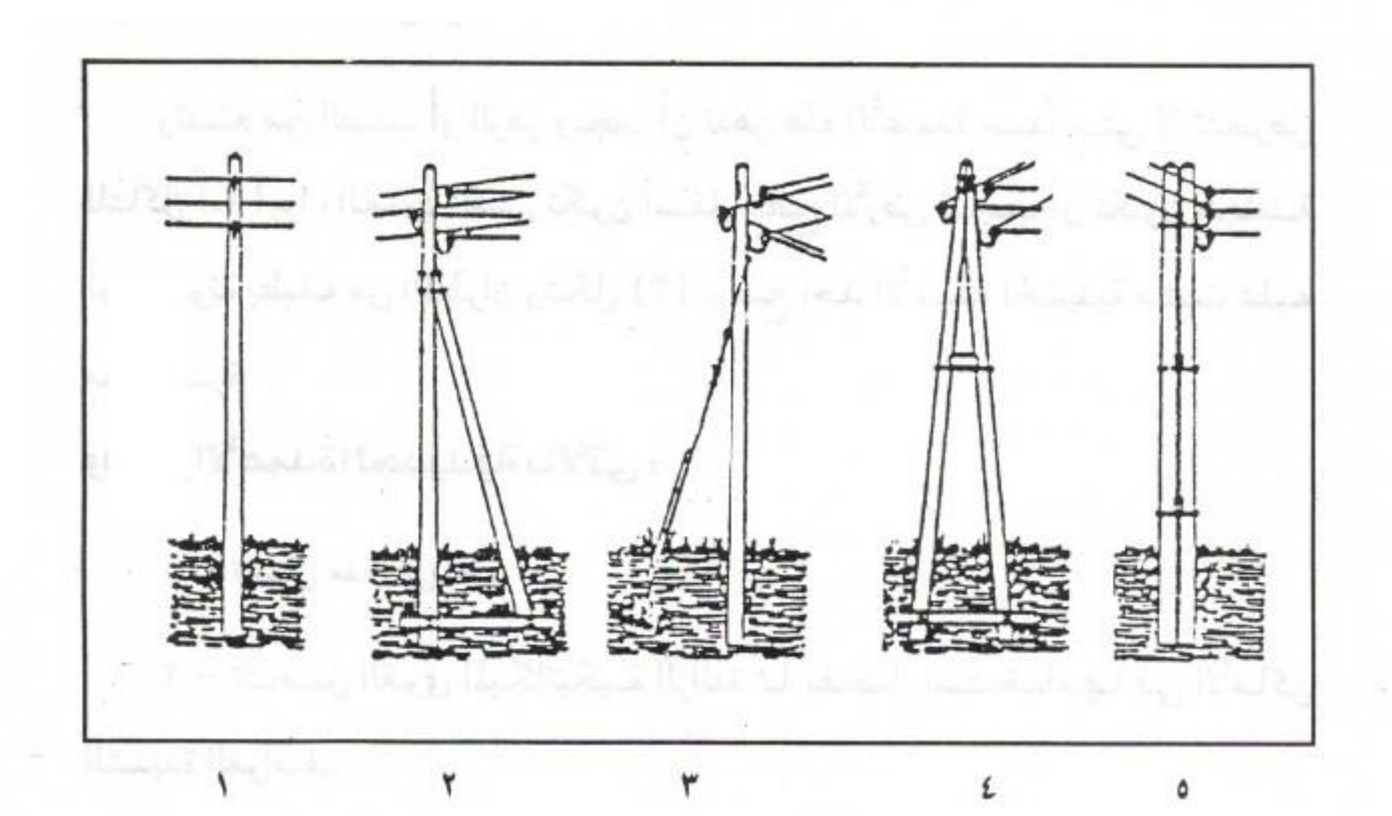
ولكن من عيوب الأعمدة الخشبية :

١ - وجود عيوب داخل الخشب يصعب اكتشافها .

٢ - تتعرض للتلف .

٣ - ارتفاع ثمنها فى البلاد التى تستورد الأخشاب من الخارج فضلاً عما تكلفه من عملة صعبة كما هو الحال فى جمهورية مصر العربية .

وشكل (١) يوضح بعض أنواع الأعمدة الخشبية



شكل (١) أنواع الأعمدة الخشبية

١ – عمود قائم بسيط : ويستعمل فى تركيب الخطوط المستقيمة ، ويعتبر أكثر استعمالاً من الأنواع الأخرى .

٢ – عمود مدعم بخشبة عريضة : ويستعمل كعمود زاوية .

٣ – عمود مدعم بساند وخطاف : ويستعمل أيضًا كعمود زاوية ويفضل استخدامه عند الرغبة فى توفير الخشب .

٤ – عمود قائم بشكل حرف (٨) : وهو يستعمل عند نقطة بداية ونهاية خط نقل القدره لأنه يقاوم أحمال الشد الثقيلة .

٥ – عمود مزدوج : يستعمل فى الأعمدة الطرفية عندما يكون المكان الذى يمكن الحصول عليه صغيراً أو عندما لا تساعد طبيعة الأرض على الحفر مثلا فى الأرض الصخرية .

(ب) الأعمدة الحديدية :

وتصنع من الصلب أو الزهر ويجب أن تدهن هذه الأعمدة جيداً حتى لا تتعرض للتآكل أما أجزاء العمود التى تكون أسفل سطح الأرض فيجب أن تكون مجلفنة أو مدهونة بطبقة من القطران وشكل (٢) يوضح أحد الأعمدة الحديدية مثبت عليه محول قدرة .

وتمتاز الأعمدة الحديدية بالآتى :

١ - تعيش مدة طويلة .

٢ - تتحمل القوى الميكانيكية الزائدة مما يفضل استخدامها فى الأماكن الشديدة العواصف .

ومن عيوب الأعمدة الحديدية :

١ - غلو ثمن الأعمدة بالنسبة للأعمدة الخشبية وكذلك ارتفاع تكاليف تركيبها .

٢ - ارتفاع تكاليف الصيانة نظراً لحاجتها إلى الدهان من وقت لآخر .

(ج) أعمدة الخرسانة المسلحة :

وتستعمل فى العصر الحالى بدلاً من الأعمدة الخشبية أو الحديدية ويمكن صنعها بأشكال كثيرة حسب ما هو مطلوب .

وتمتاز هذه الأعمدة بالمزايا الآتية :

١ - طول العمر .

٢ - قوية التحمل من الناحية الميكانيكية .

٣ - لا تحتاج إلى صيانة .

٤ - رخيصة الثمن لتوفير خاماتها .

٥ - يمكن صنعها بسهولة .

٦ - جميلة الشكل .

ومن عيوب هذه الأعمدة :

١ - تعرضها للكسر .

٢ - ثقيلة الوزن ولذلك يصعب نقلها علاوة على زيادة تكاليف النقل .

(د) أعمدة الخرسانة سابقة الإجهاد :

باستخدام الخرسانة سابقة الإجهاد أمكن تخفيض وزن الأعمدة وإطالة عمرها ولكن غالية التكاليف .

٢ - الموصلات :

يجب أن تتوفر فى المواد المستخدمة فى صنع الموصلات الهوائية الخواص التالية :

١ - أن تكون ذات توصيلة كهربية عالية (مقاومة كهربية منخفضة) .

٢ - تحملها لقوى الشد الميكانيكية .

٣ - قلة الوزن .

٤ - رخص الثمن .

وأهم المواد المستعملة فى صناعة موصلات الخطوط الهوائية هى :

(أ) النحاس :

تصنع الموصلات الهوائية من النحاس الأحمر المسحوب ويتوفر فى النحاس جميع الخواص الكهربية والميكانيكية اللازمة لصنع الموصلات الهوائية فهو يمتاز

بموصلة كهربائية عالية ومقاومة ميكانيكية كبيرة بالإضافة إلى أن معدل تأكسد النحاس فى الهواء بطىء وقابليته للتآكل فى الأجواء الطبيعية قليل علاوة على أنه سهل اللحام .

وتكون موصلات النحاس أما ذات سلك واحد إذا كانت مساحة المقطع حتى ١٦ مم٢ أو متعددة الأسلاك (مجدولة) إذا كانت مساحة المقطع أكبر من ١٦ مم٢ .

ويمكن تغطية النحاس بالصلب فى الحالات التى تتطلب مقاومة شد عالية مثل حالة عبور الخطوط الهوائية للأنهار وفى هذه الحالة فإن خصائص الموصلات تجمع بين خصائص كل من النحاس والصلب .

(ب) سبيكة نحاس مع كادميوم :

وهى سبيكة تحتوى على كادميوم بنسبة ٠,٧-١ ٪ والباقى نحاس وهذه السبيكة لها قوة شد أكبر من النحاس ولكن موصلتها أقل من النحاس وثمنها أغلى من النحاس ولذلك يقتصر استخدامها على الخطوط التى تتطلب شد عالية .

(ج) الألمونيوم :

يستخدم بدلاً من النحاس لرخص ثمنه والألمونيوم المستخدم فى صنع الموصلات الهوائية يجب أن يكون نقيًا بنسبة ٩٩,٥ ٪ وعند هذه الدرجة من النقاوة يكون مقاومًا للتآكل بدرجة كافية وأسلاك الألمنيوم كلها من النوع المجدول .

وعند إجراء مقارنة بين الألمنيوم والنحاس نجد أن الألمنيوم يمتاز بالمزايا الآتية :

١ - السلكان لهما نفس الطول ومساحة المقطع نجد أن الألمونيوم أخف وزنًا من سلك النحاس بمقدار ٣,٣ مرة .

٢ – السلكان لهما نفس المقاومة نجد أن مساحة مقطع سلك من الألمنيوم تساوى ١,٦ مرة مساحة مقطع سلك نحاس له نفس الطول بينما وزن الألمنيوم يساوى نصف وزن النحاس .

ومن عيوب الألمونيوم الآتى :

١ – مقاومة الشد لموصلات الألمنيوم تساوى ٣/٢ مقاومة الشد لموصل نحاس مناظر .

٢ – الموصلة الكهربية أقل من النحاس بمقدار ٠,٦ .

٣ – مقدار الارتخاء يتغير كبيراً باختلاف درجات الحرارة .

ولذلك يجب مراعاة الآتى عند تركيب موصلات الألمنيوم فى الخطوط الهوائية .

١ – أن تكون قوة الشد المسلطة على الموصلات صغيرة نسبيًا وهى لا تزيد عن ٨ كجم/مم٢ بالنسبة للأسلاك الألمنيوم المجدولة بينما تصل إلى ١٩ كجم/مم٢ لأسلاك النحاس المجدولة .

٢ – أن تكون المسافة بين الموصلات أكبر ما يمكن .

٣ – أن يكون الارتخاء مطابقًا للأبعاد القياسية .

٣ - العوازل :

تثبت الموصلات على العوازل ولعوازل الخطوط الهوائية وظيفتان هما حمل الموصل وعزل الموصل عن جسم العمود ويجب أن يتوفر فى عوازل الخطوط الهوائية الشروط الآتية :

١ – أن تكون جيدة العزل .

٢ – أن تكون ذات صلابة ميكانيكية كافية .

٣ - أن لا يتأثر بالعوامل الجوية .

وتتوفر الخصائص السابقة فى الصينى .

وفى حالة الجهود المنخفضة حتى ١٠٠٠ فولت تستخدم العوازل الآتية :

(أ) عازل تثبيت :

ويستخدم فى العمود القائم البسيط وشكل (٣) يوضح أحد أنواع عازل التثبيت ويكون قطر وارتفاع هذه العوازل أما ٨٠ مم أو ٩٥ مم ويستعمل النوع الأول لحمل الموصلات المجدولة ذات مساحة مقطع فى حدود ٥٠ مم^{٢} والمسافة بين الأعمدة فى حدود ٤٠ متراً ويستعمل النوع الثانى لمساحات مقطع أكبر من ٥٠ مم^{٢} .

(ب) عازل الشد :

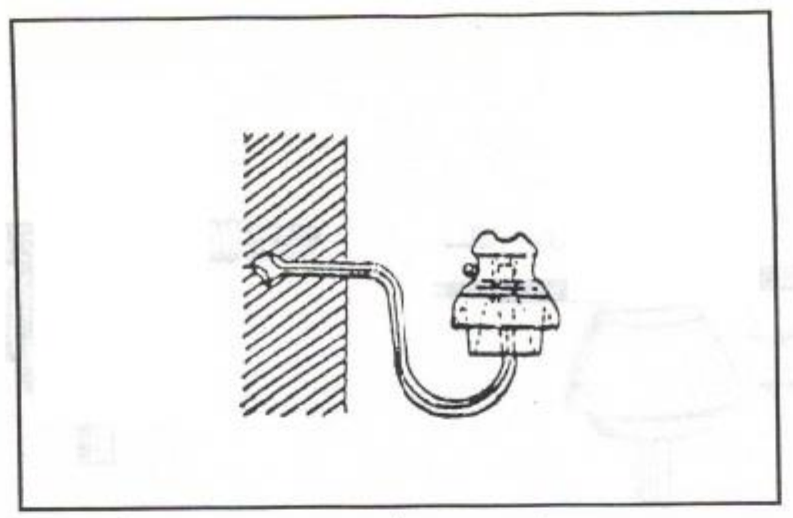
ويستخدم كعازل ربط جيد وشكل (٤) يوضح هذا النوع ويكون قطرها الخارجى فى حدود ١٨٠ و ٩٥مم وتصل قوة الشد المسموح بها للعازل الأول (ذو قطر ٨٠ مم) إلى ٤٠٠ كجم بينما تصل قوة الشد للعازل إلى ٦٠٠ كجم .

(ج) عازل الشداد الحر :

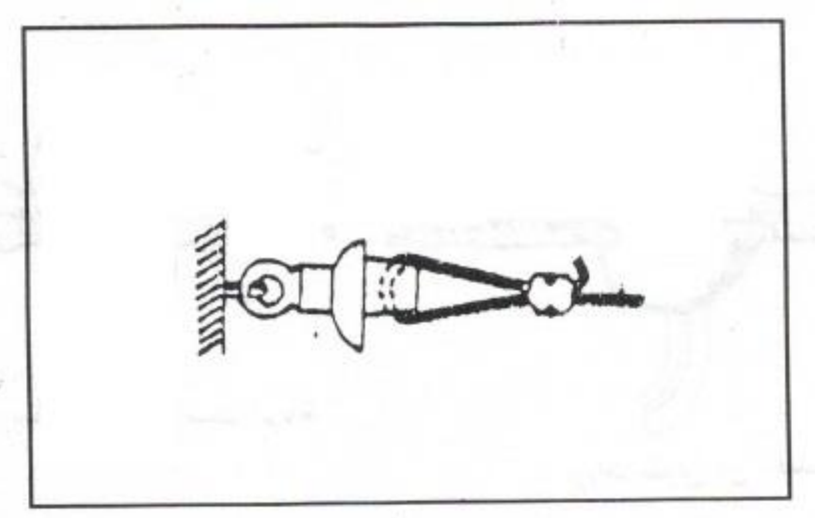
ويستخدم هذا النوع لأعمدة الزاوية ويكون ارتفاعها وقطرها الخارجى إما ٨٠مم أو ١١٥مم كما فى شكل (٥) وشكل (٦) يوضح كيفية تركيب هذه العوازل على الأعمدة الخشبية وتثبيت العوازل على دعائم من الصلب وهى إما أن تثبت بالرصاص أو الأسمنت وعند التثبيت بالأسمنت يستعمل أسمنت أو معجون العوازل .

ربط الموصلات :

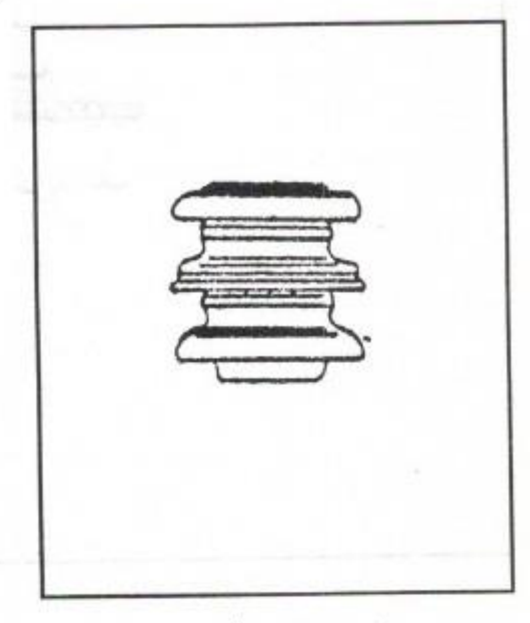
تثبت الموصلات على العوازل يربط الموصل على عنق العازل يكون ربط الموصل فى المسافات المستقيمة على الجانب الداخلى لعنق العازل ويجب أن يكون الرباط من



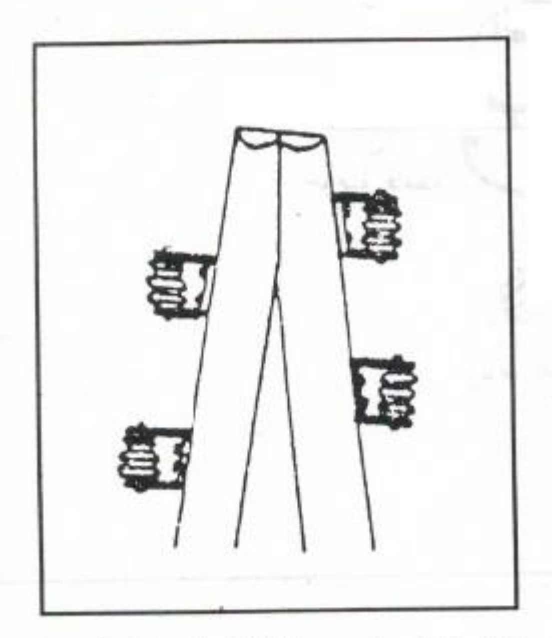
شكل (٣) عازل تثبيت



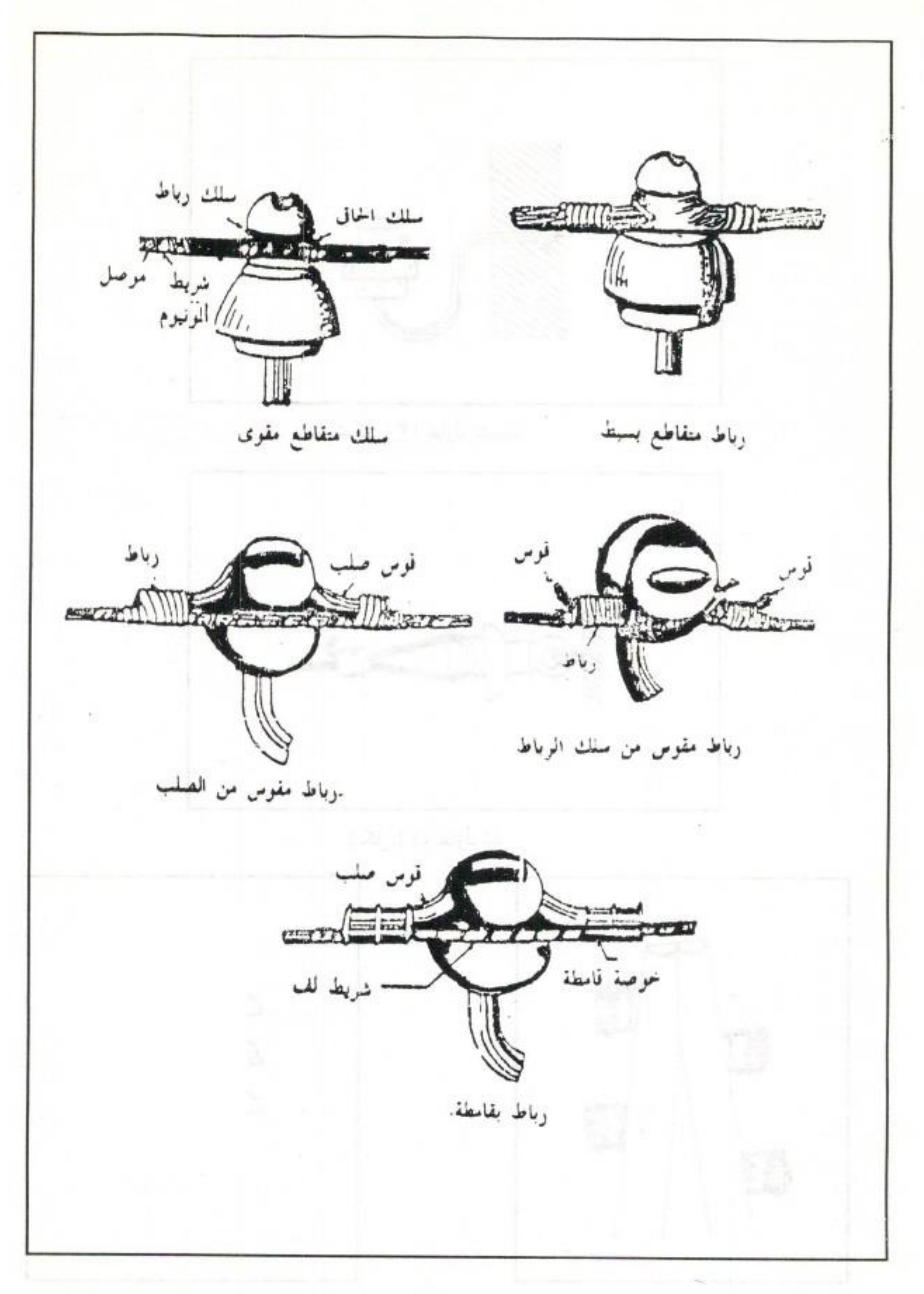
شكل (٤) عازل شد



شكل (٥) عازل شد حر



شكل (٦) تركيب عازل الشداد على أعمدة



سلك رباط
سلك الحاق
شريط موصل
الومنيوم
سلك متقاطع مقوى
رباط متقاطع بسيط
رباط
قوس صلب
قوس
قوس
رباط
رباط مقوس من سلك الرباط
رباط مقوس من الصلب.
قوس صلب
شريط لف
خوصة قامطة
رباط بقامطة.

شكل (٧)

نفس مادة الموصل فلربط موصل من النحاس يستخدم سلك ربط من النحاس وإذا كان الموصل من الألمنيوم يستخدم سلك ربط من الألمنيوم فإذا ربطنا سلك بآخر من الحديد فإن الأخير يتحلل بمضى الوقت بفعل التحليل الكهروكيميائى ثم ينقطع .

إذا كانت مساحة مقطع الموصل النحاسى فى حدود ٢٥مم٢ فإن سلك الرباط المستخدم يكون فى حدود ٤ مم٢ أما إذا كانت مساحة مقطع السلك النحاسى أكبر من ذلك فإنه يستخدم سلك ربط ٦ مم٢ أو ١٠ مم٢ .

ولربط أسلاك الألمنيوم يستعمل سلك ربط نقى لين قطره من ٢,٥ إلى ٤ مم وتلف الموصلات بشريط ثم تربط وشكل (٧) يوضح كيفية ربط الموصلات على العازل وبعد إتمام عملية الربط يدهن بالفازلين جيداً .

وعند مد خطوط هوائية فى أماكن ضيقة لا تسمح بإقامة أعمدة فإنه تستعمل كمرات مصنوعة فى الصلب تحمل قواعد العوازل وتثبت هذه الأذرع بالحائط بواسطة الأسمنت .

ويجب أن تكون الموصلات خارج نطاق تناول اليد إذا يجب أن تكون بعيدة عن الأسطح المستعملة بارتفاع ٢,٥ متر وجانبًا مسافة لا تقل عن ١,٥ متر كما يجب أن تبعد الموصلات عن القوائم المبانى الأمامية ١,٢٥ متر .

(٤) مزايا وعيوب الخطوط الهوائية :

عند إجراء مقارنة بين الخطوط الهوائية والكابلات الأرضية أن لها المزايا الآتية :

١ - ثمنها أرخص من الكابلات وكذلك تكاليف تركيبها أقل .

٢ - من السهل إصلاح عيوب الخطوط الهوائية نظراً لوضوح أجزائها بينما من الصعب إصلاح الكابلات الأرضية لأنها تحتاج إلى معرفة مكان العطل ثم الحفر واستخراج وإصلاح الكابل .

٣ - عند تركيب أو صيانه الخطوط الهوائية فإنها تحتاج إلى عدد قليل من العمال متوسطى المهارة بينما تحتاج الكابلات إلى عمال مهرة وخاصة عند تحديد مكان العطل وكذلك عند لحام الكابلات .

٤ - يمكن استخدام نفس الأعمدة المستخدمة لحمل الخطوط الهوائية فى إضاءة الشوارع .

٥ - عند إصلاح الخط أو عند إضافة أجزاء إليه فإنها لا تعمل على تعطيل حركة المرور فى الشوارع .

٦ - يمكن استعمالها فى المناطق الجبلية والوعرة .

٧ - جيدة الإشعاع الحرارى وبالتالى تبرد بفعل الهواء الطبيعى .

عيوب الخطوط الهوائية :

١ - كونها مكشوفة فهى عرضه للأخطار والأخطاء كخطر الصواعق الجوية .

٢ - تعوق أعمال الإنقاذ وإطفاء الحرائق .

٣ - تحتاج إلى صيانة مستمرة وكشف دورى وخاصة بعد حدوث الصواعق .

٤ - يمكن أن تشوه منظر المدينة وخاصة عندما يتفرع عدة خطوط .

٥ - عند عبور الترع والأنهار فإن تكاليفها تزيد .

معلومات عامة :

١ - يجب أن تكون المسافة بين الموصل والأرض عند موضع أكبر ارتخاء ٦ أمتار على الأقل وإذا كان أوطىء سلك هو خط التعادل فإن أقل بعد عن الأرض هو ٥ , ٤ متر .

٢ - الحد الأدنى لمساحة مقطع موصل نحاس هو ٦ مم^{2} أو ١٦ مم^{2} ألمنيوم ولا يستخدم هذا المقطع إلا إذا كانت المسافة بين الأعمدة لا تزيد عن ٤٥ متراً أما إذا كانت المسافة أكبر من ذلك فيستخدم سلك مساحة مقطعه ١٠ مم^{2} نحاس أو ٢٥ مم^{2} ألمنيوم .

٣ - تتوقف المسافة بين الأعمدة على عدة عوامل هى أكبر شد مسموح به على العمود حد الأمان للأفراد - مقطع الموصل - تأثير الرياح كقاعدة عامة تستعمل المسافات الآتية :

(أ) الأعمدة الخشبية ٤٠ - ٥٠ متراً .

(ب) الأعمدة الحديدية ٥٠ - ٨٠ متراً .

(جـ) أعمدة الخرسانة المسلحة ٨٠ - ١٠٠ متر .

٤ - عند تقاطع موصلات الخطوط الهوائية مع بعضها يجب مراعاة عدم تلامس الأسلاك المتقاطعة وعند تقاطع الموصلات الهوائية مع أسلاك التليفون يجب أن تكون الموصلات الهوائية فوق أسلاك التليفون وأن تكون عمودية عليها كلما أمكن ذلك حتى لا يحدث تداخل بينهما وحتى يقل احتمال تلامسها ولزيادة الوقاية يجب ألا يحدث تلامس بين سلك حى وأسلاك التليفون .

التمرين الأول

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض

تثبيت العوازل الصينى بالطرق المختلفة

الغرض من التمرين :

١ - التعرف على مكونات الخطوط الهوائية للضغط المنخفض .

٢ - التدريب على تثبيت العوازل الصينى بالطرق المختلفة .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نماذج من أشكال العوازل الصينى .

٢ - عرض نماذج من أشكال العوازل الصينى مثبتة على المحور الخاص بها كما بالشكل (أ) .

٣ - تنفيذ التمرين أمام المتدربين .

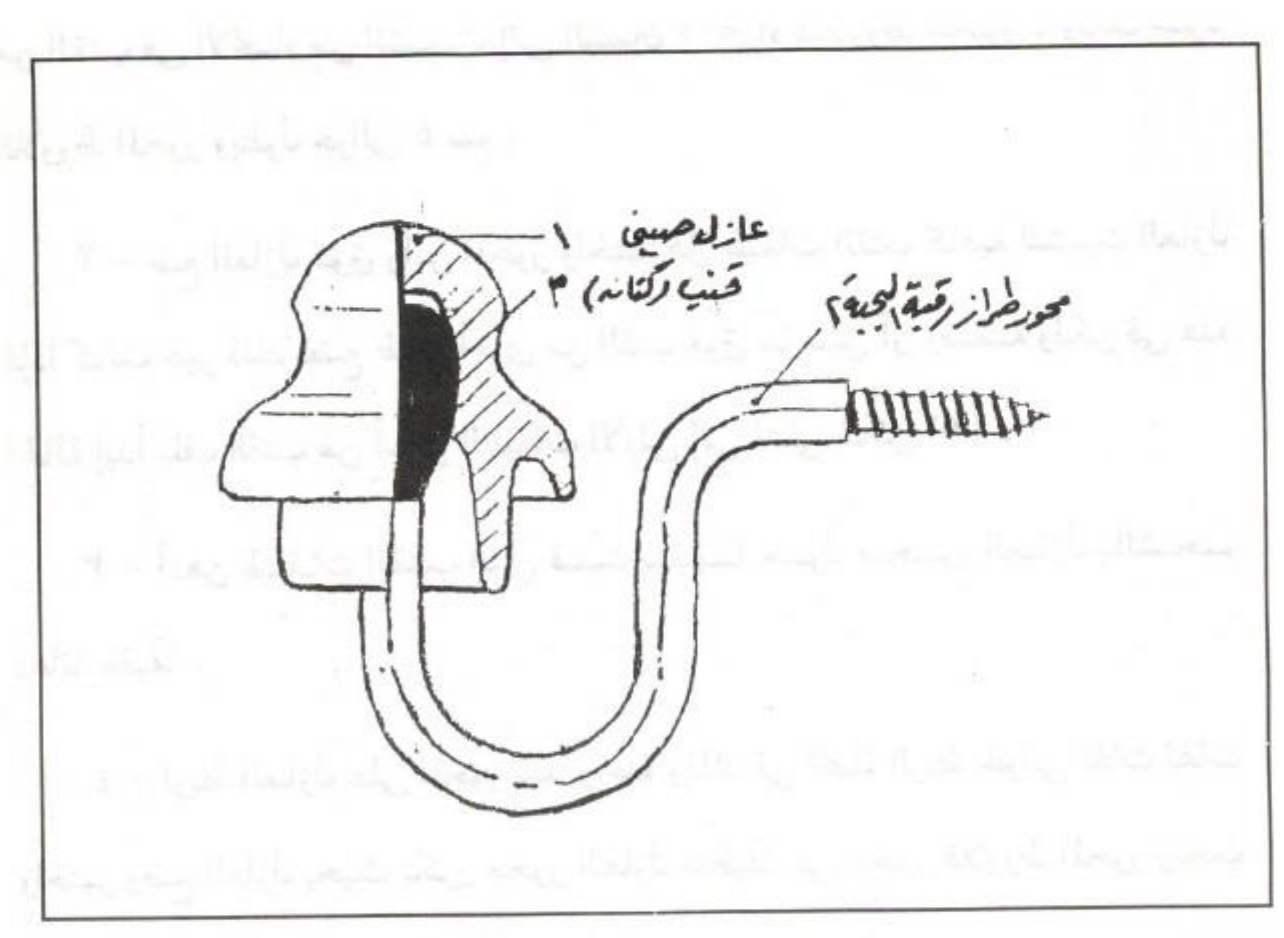
الخامات والمعدات المستخدمة :

١ - عازل صينى (ارتفاع ١٣ سم) .

٢ - محور طراز رقبة البجعة .

٣ - قنب (كتان) .

٤ - شحم .



شكل (أ) عازل صيني على محور طراز رقبة البجعة

خطوات العمل :

١ - اربط محور العازل بين فكى المنجلة (شكل رقم ١) ولف عدة طبقات من القنب فى الاتجاه من الشمال إلى اليمين (اتجاه قلاووظ المحور) وذلك حول قلاووظ المحور وبطول حوالى ٥ سم .

٢ - ضع العازل فوق رأس المحور واختبر هل طبقات القنب كافية لتثبيت العازل فإذا كانت غير ذلك نضع طبقة أخرى من القنب فوق ما سبق أن وضعته ولكن فى هذه الحالة إبدأ بلف القنب من أسفل الطبقات الأولى إلى أعلى شكل (٢) .

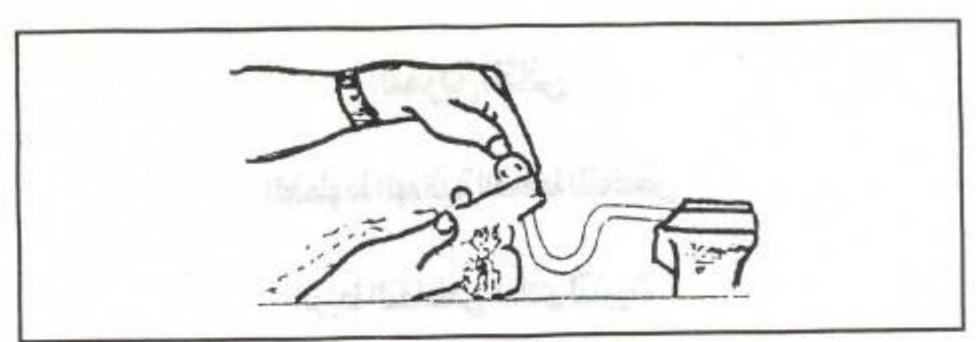
٣ - أدهن طبقات القنب التى قمت بلفها حول محور العازل بالشحم دهانا خفيفًا .

٤ - اربط العازل على المحور بيد واحدة وذلك فى اتجاه الربط لحوالى ثلاث لفات واختبر وضع العازل بحيث يكون محور العازل منطبقًا عى محور قلاووظ المحور ويجب أن لا يكون مائلاً شكل (٣) .

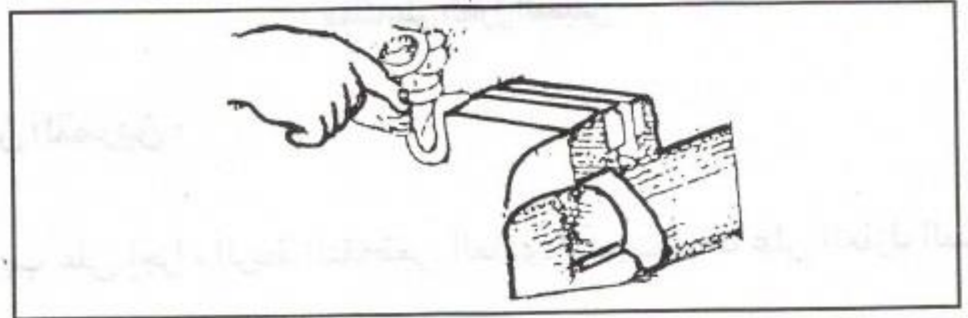
٥ - اربط العازل بعد ذلك بكلتا اليدين واربطه ربطًا محكمًا فى المحور .

٦ - اختبر ثانيًا إحكام ربط العازل فى المحور ومدى وضعه الصحيح بحيث أن لا يكون مائلاً شكل (٤) .

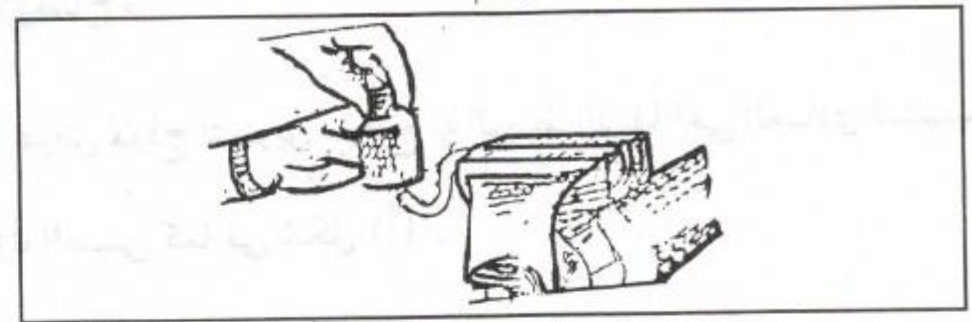
٧ - بعد الانتهاء من عملك اعرض عملك على مدربك شكل (٥) .



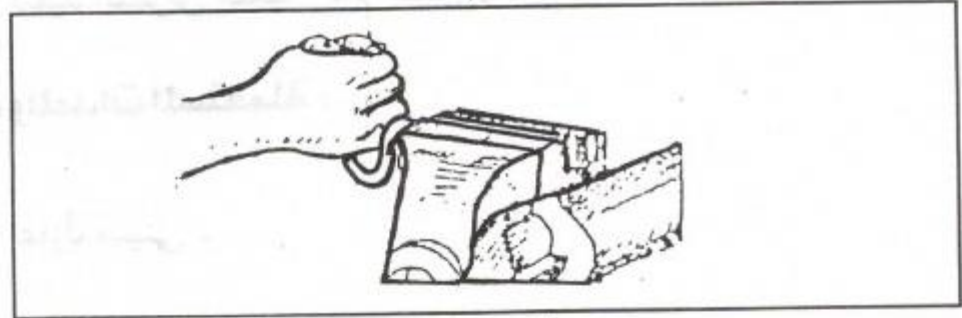
شكل رقم (١)



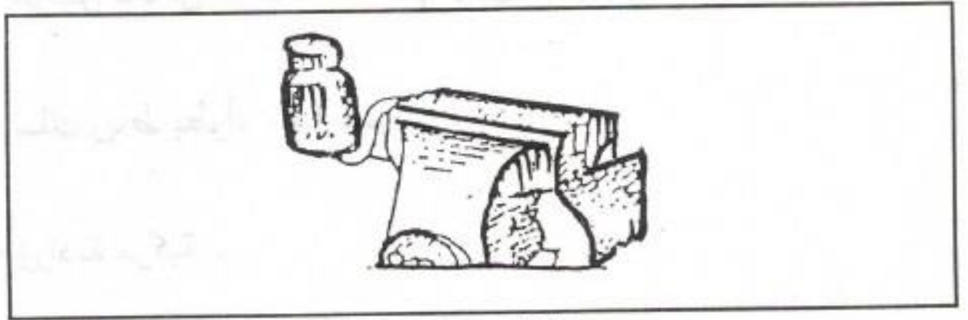
شكل رقم (٢)



شكل رقم (٣)



شكل رقم (٤)



شكل رقم (٥)

التمرين الثانى

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض

الربط التقاطعى العادى لتثبيت

سلك على العازل الصينى

الغرض من التمرين :

التدريب على إجراء الربط التقاطعى العادى لتثبيت سلك على العازل الصينى .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لتمرين موضح به الربط التقاطعى العادى لتثبيت سلك على العازل الصينى كما فى شكل (أ) .

٢ - تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

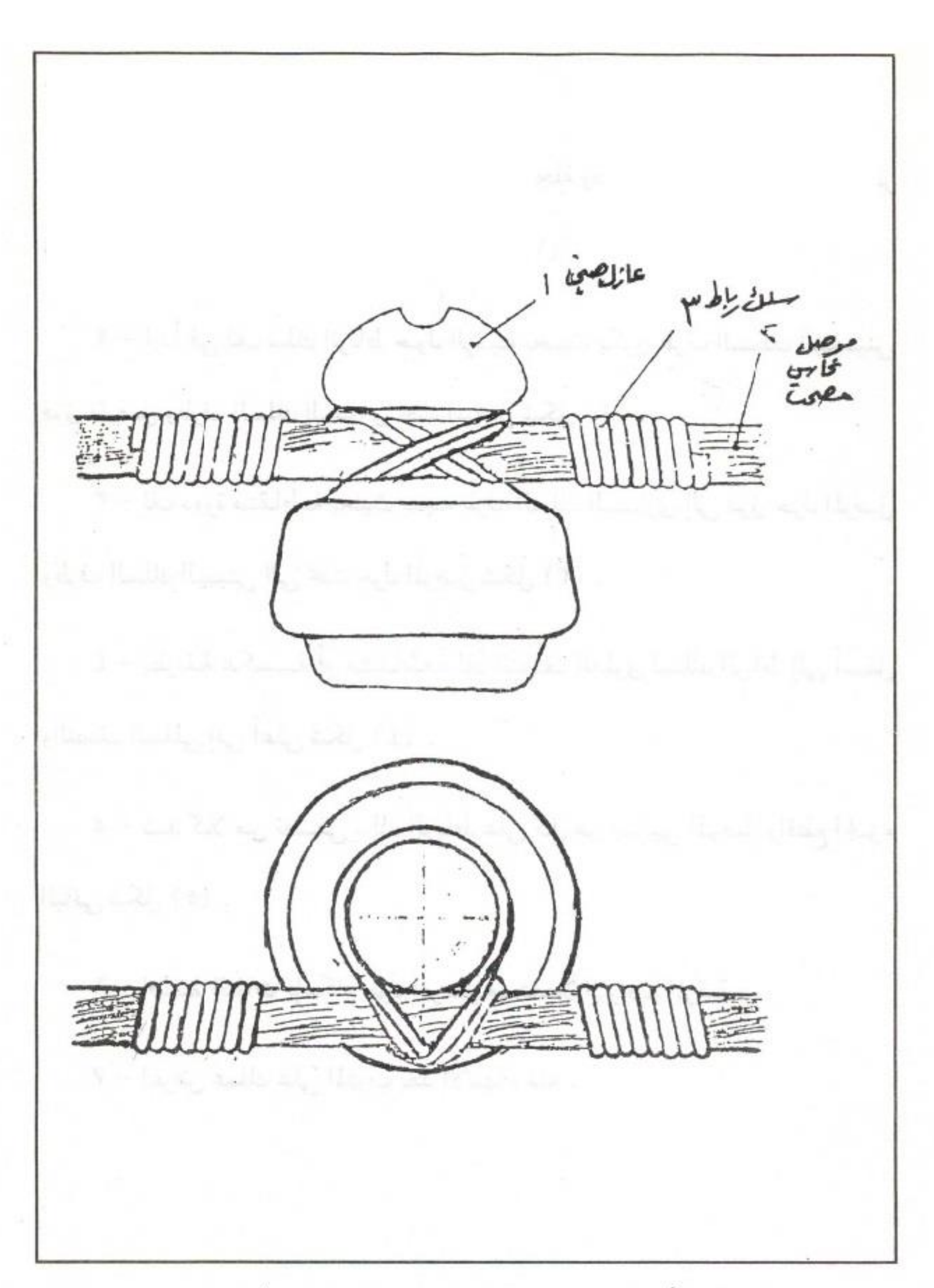
الخامات والمعدات المستعملة :

١ - عازل صينى .

٢ - موصل نحاس مصمت ١٠ مم^2 بطول ٣٠ سم .

٣ - سلك رباط بطول ١٢٠ سم .

٤ - زرادية مركبة .



شكل (أ) الربط التقاطعي العادى لتثبيت سلك على العازل الصينى

خطوات العمل :

١ - اربط محور تثبيت العازل بين فكى المنجلة وضع الموصل بحيث يستقر فى الجزء الداخلى من رقبة العازل الصينى شكل (١) .

٢ - إبدأ فى لف سلك الرباط حول الرقبة بحيث يكون طرف السلك اليمينى فوق الموصل وطرف السلك اليسارى تحت الموصل شكل (٢) .

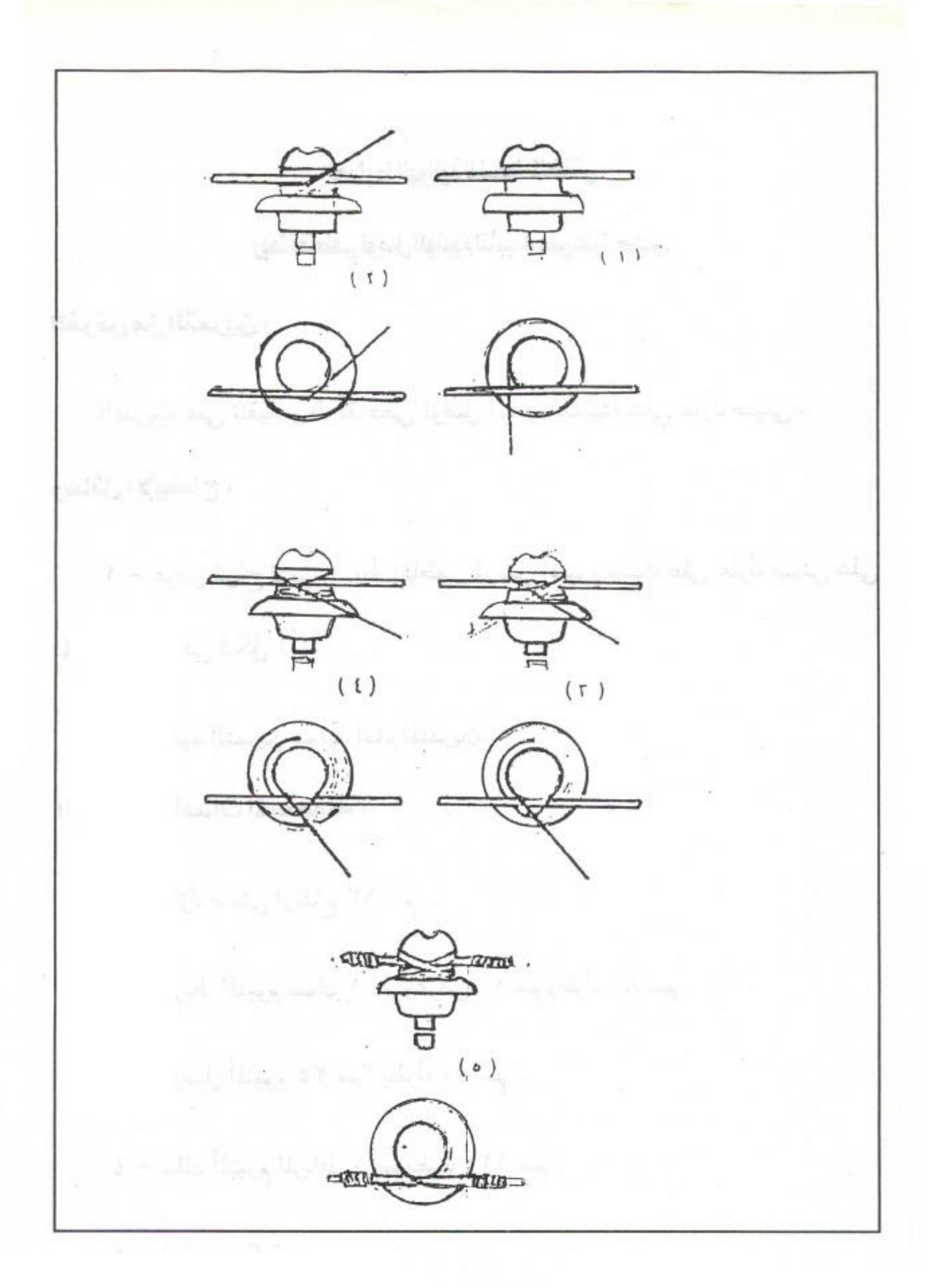
٣ - لف دورة متقاطعة بحيث يتجه طرف السلك اليسارى إلى فوق حول الموصل وطرف السلك اليمينى إلى تحت حول الموصل شكل (٣) .

٤ - بطريقة عكسية أو متقاطعة لف النصف العلوى لسلك الرباط إلى أسفل والنصف السفلى إلى أعلى شكل (٤) .

٥ - شد كلا من نصفى سلك الرباط على كل من جانبى الموصل واقطع الجزء الباقى شكل (٥) .

٦ - اضغط اللفات بإحكام حول الموصل مستعملاً الزرادية المركبة .

٧ - اعرض عملك على المدرب بعد الانتهاء منه .


(٢)
(١)
(٤)
(٣)
(٥)

التمرين الثالث

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض

ربط تقاطعى لموصل ألمونيوم لتثبيته على عازل صينى

الغرض من التمرين :

التدريب على تنفيذ ربط تقاطعى لموصل ألمنيوم لتثبيته على عازل صينى .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لتمرين ربط تقاطعى لموصل ألمنيوم مثبت على عازل صينى على المتدربين كما فى شكل (أ) .

٢ - تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستعملة :

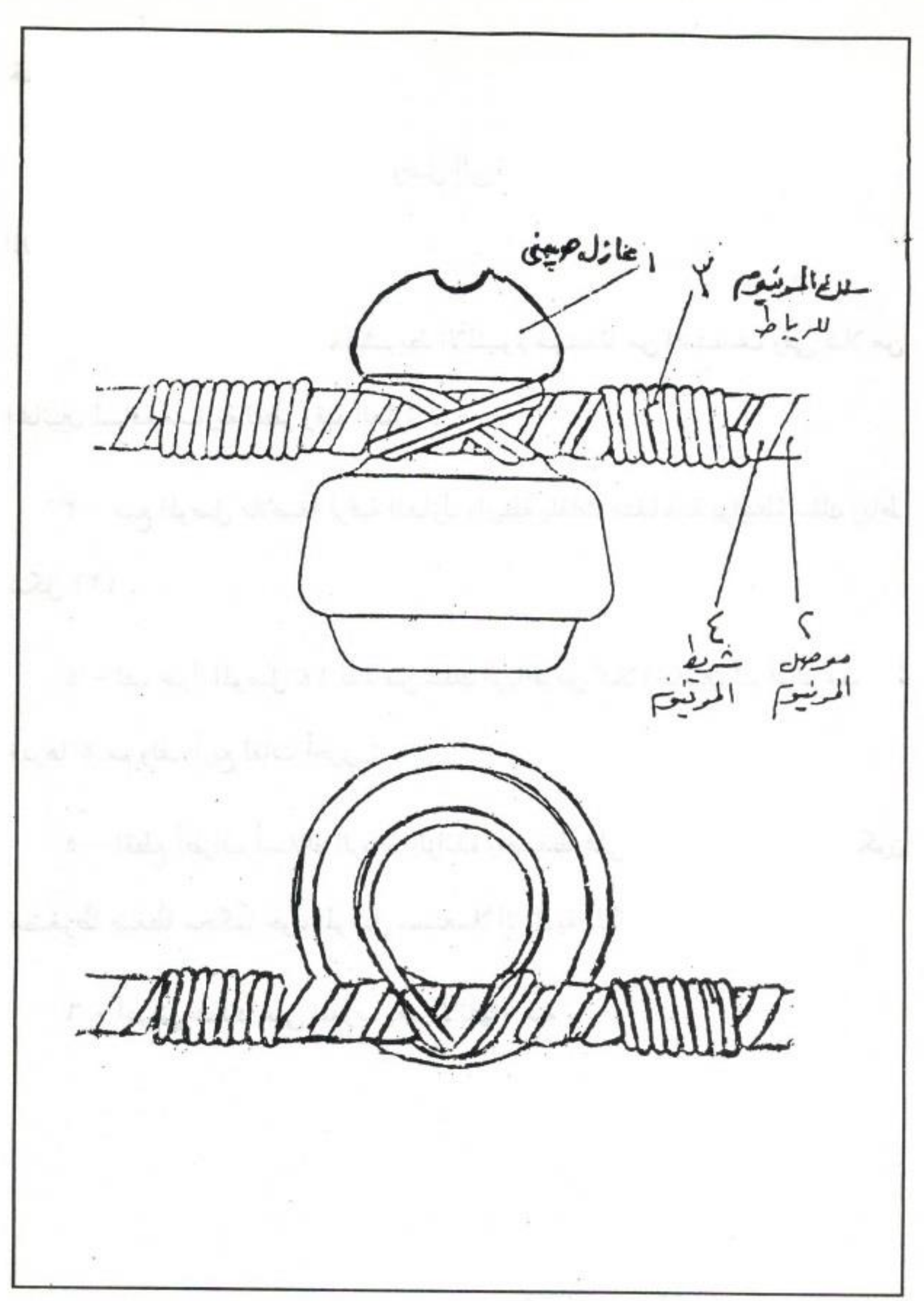
١ - عازل صينى ارتفاع ١٣ سم .

٢ - شريط ألمنيوم سمك ١ مم وعرض ١٠ مم وطول ٨٠ سم .

٣ - موصل ألمنيوم ٢٥ مم^{٢} بطول ٤٠ سم .

٤ - سلك ألمنيوم للرباط ١ مم بطول ١٢٠ سم .

٥ - زرادية مركبة .



شكل (أ) ربط تقاطعى لموصل المونيوم لتثبيته على عازل صينى

خطوات العمل :

١ - لف شريط الألمنيوم حول الموصل إلى الجانبين تاركًا مسافة ١ مم تقريبًا بين اللفات شكل (١) .

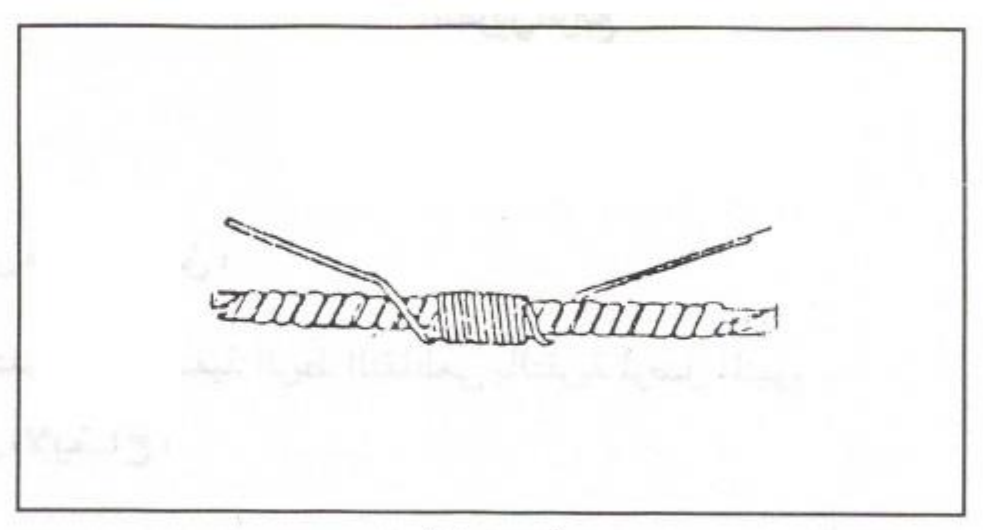
٢ - لف سلك الرباط حول الشريط الألمنيوم مبتدئا من المنتصف وفى كلا من الجانبين لمسافة مساوية لقطر رقبة العازل .

٣ - ضع الموصل ملاصقًا لرقبة العازل واربطة بلفات متقاطعة بواسطة سلك رباط شكل (٢) .

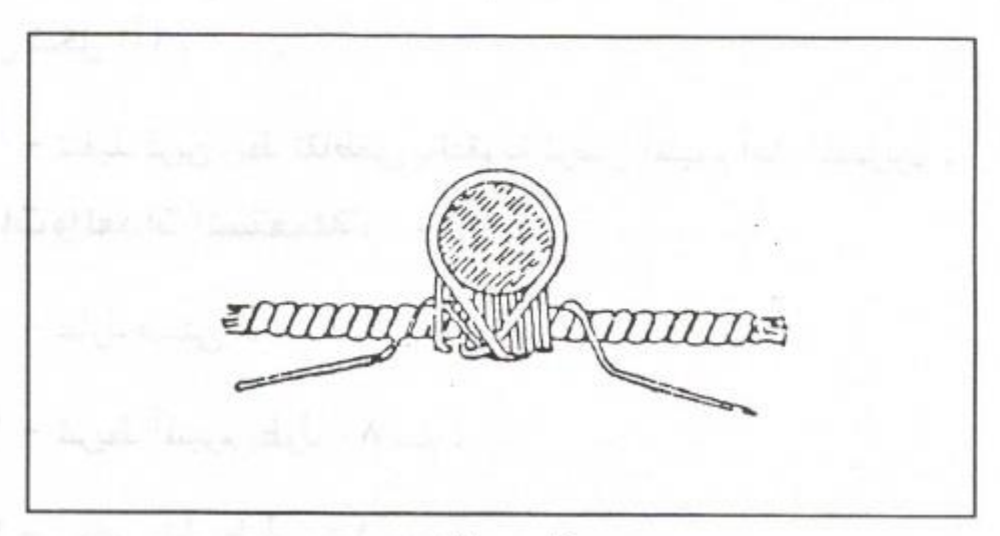
٤ - لف حول الموصل ١٤ لفة من سلك الرباط من كلا الجانبين ثم أترك مسافة قدرها ٥ مم ولف أربع لفات أخرى .

٥ - اقطع أطراف أسلاك الرباط الزائدة واضغط على سلك الرباط بحيث يكون مضغوطًا ضغطًا محكمًا حول الموصل مستعملاً الزرادية المركبة شكل (٣) .

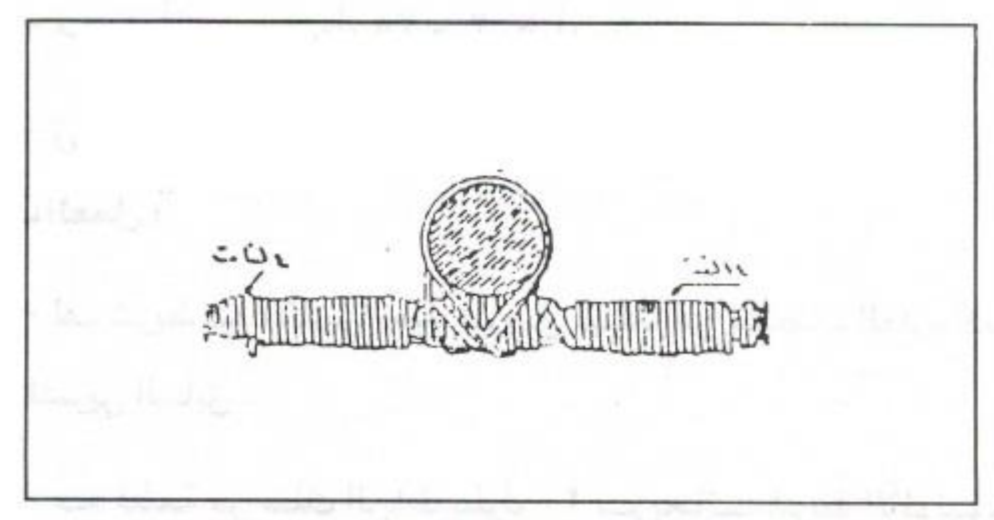
٦ - اعرض عملك على المدرب بعد الانتهاء منه .



شكل رقم (١)



شكل رقم (٢)



شكل رقم (٣)

التمرين الرابع

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض

الربط التقاطعى بالتقوية لموصل ألمونيوم

الغرض من التمرين :

التدريب على تنفيذ الربط التقاطعى بالتقوية لموصل ألمنيوم .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لتمرين ربط تقاطعى بالتقوية لموصل ألمنيوم - على المتدربين كما فى شكل (أ) .

٢ - تنفيذ تمرين ربط تقاطعى بالتقوية لموصل ألمنيوم أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستعملة :

١ - عازل صينى .

٢ - شريط ألمنيوم بطول ٨٠ سم .

٣ - سلك رباط بطول ١٥٠ سم .

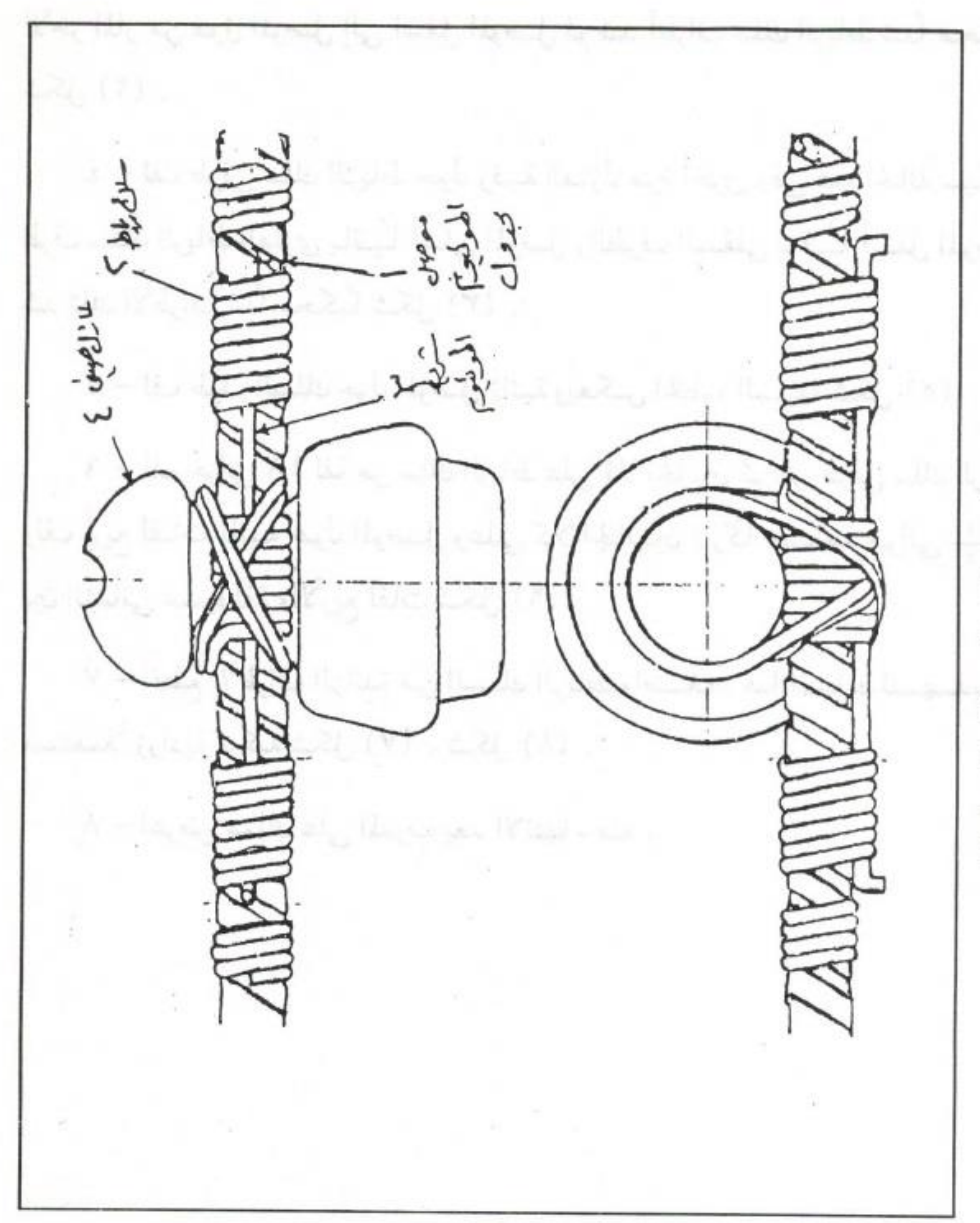
٤ - موصل ألمنيوم مجدول ٢٥ مم٢ بطول ٥٠ سم .

٥ - زرادية مركبة .

خطوات العمل :

١ - لف شريط من الألمنيوم حول الموصل مبتدئًا من منتصف العازل كما سبق أن نفذ فى التمرين السابق .

٢ - ضع قطعة من سلك الرباط بطول ٢٠ سم بجانب شريط الألمونيوم الملفوف ثم لف حوالى ١٢ لفة من سلك الرباط حول الموصل وقطعة السلك شكل (١) .



شكل (أ) الربط التقاطعي بالتقوية لموصل الومنيوم

٣ - لف طرفى سلك الرباط حول رقبة العازل الصينى ثم ارجع لفه حول الموصل ثم لف طرفى سلك الرباط المار من تحت الموصل إلى أعلى ولف طرفى سلك الرباط الآخر المار من فوق الموصل إلى أسفل الموصل ثم شد أطراف سلك الرباط شداً محكمًا شكل (٢) .

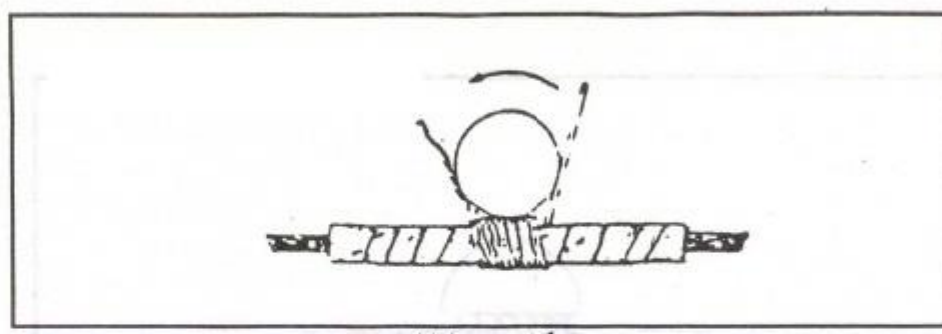
٤ - لف طرفى سلك الرباط حول رقبة العازل مرة أخرى وفى هذه الحالة سيكون طرف سلك الرباط العلوى باقيًا أعلى الموصل والطرف السفلى باقيًا أسفل الموصل شد تلك الأطراف شداً محكمًا شكل (٣) .

٥ - لف طرف السلك حول الموصل ثانية وبعكس الخطوه السابقة شكل (٥).

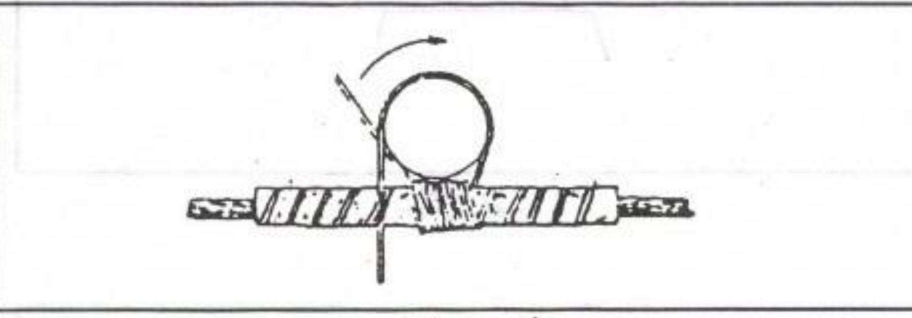
٦ - لف حوالى ١٨ لفة من سلك الرباط على كلا الجانبين ثم اثن طرفى سلك الرباط ولف أربع لفات ثانية حول الموصل وعلى كلا الجانبين تاركًا مسافة حوالى $\frac{١}{٢}$ سم بين الثمانى عشرة لفة والأربع لفات شكل (٦) .

٧ - اقطع الأطراف الزائدة من السلك الرباط واضغط هذا السلك لتهذيبه مستعملاً زرادية مركبة شكل (٧) ، شكل (٨) .

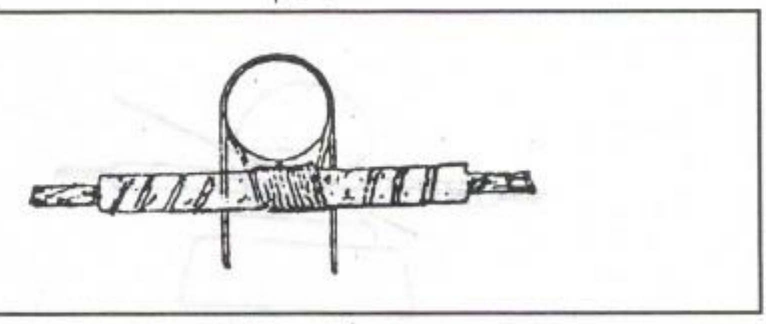
٨ - اعرض عملك على المدرب بعد الانتهاء منه .



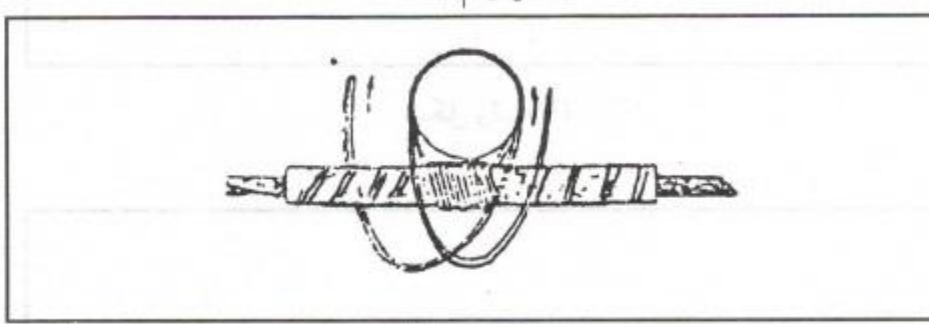
شكل رقم (١)



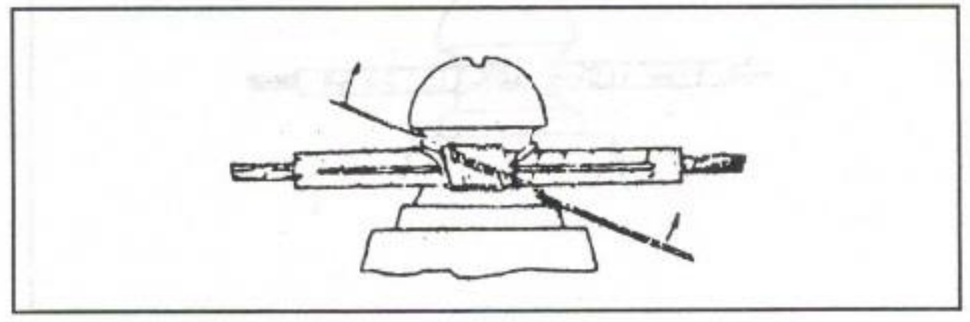
شكل رقم (٢)



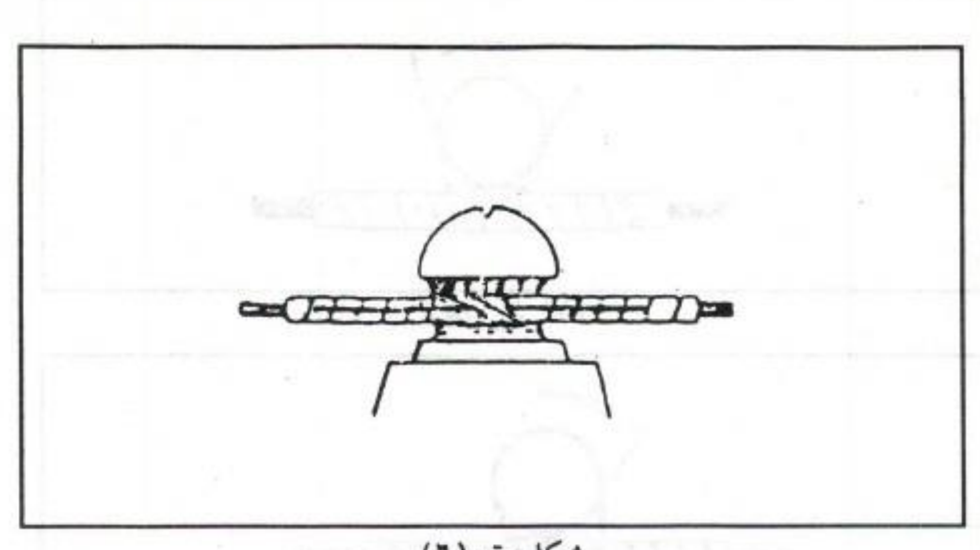
شكل رقم (٣)



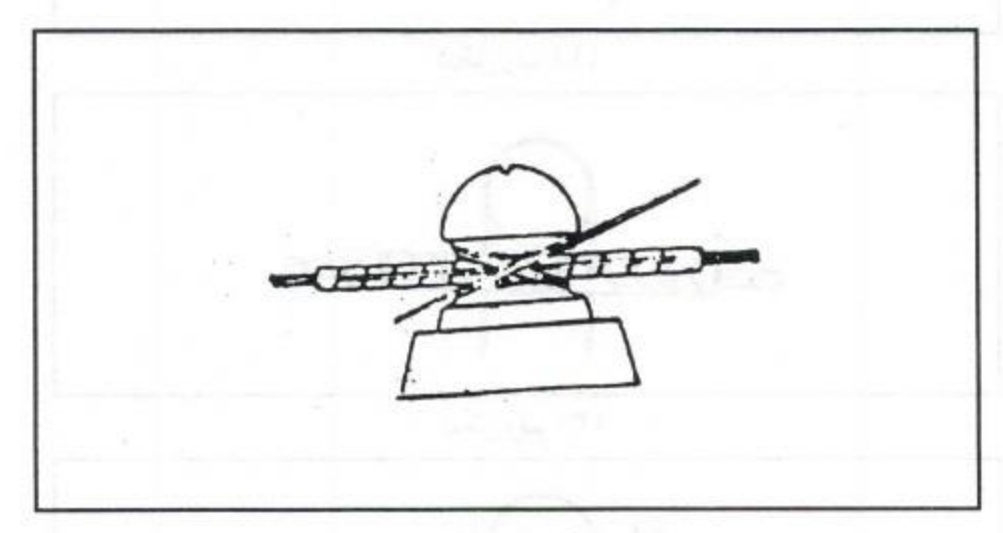
شكل رقم (٤)



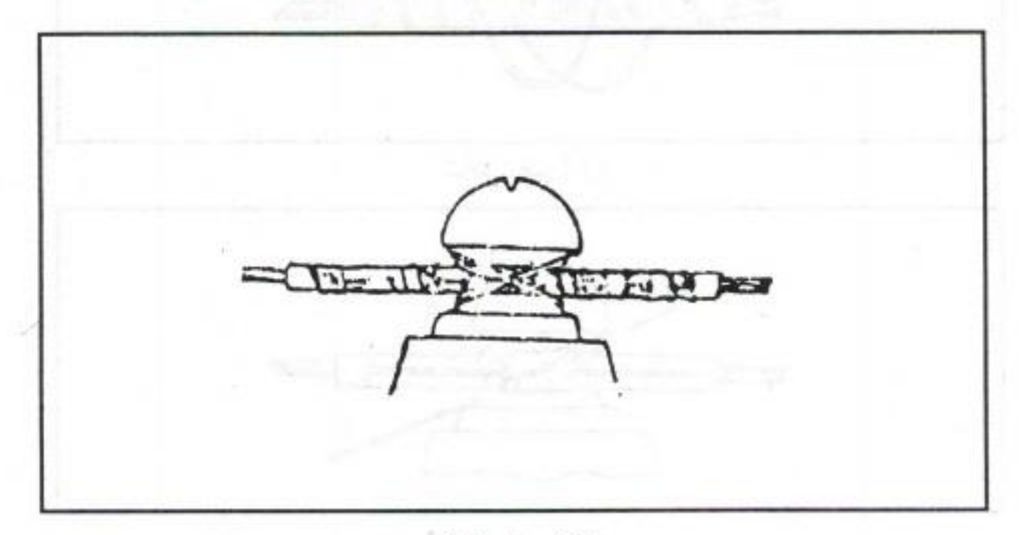
شكل رقم (٥)



شكل رقم (٦)



شكل رقم (٧)



شكل رقم (٨)

التمرين الخامس

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض

الربط الرأسى لتثبيت السلك على العازل الصينى

الغرض من التمرين :

التدريب على تنفيذ الربط الرأسى لتثبيت السلك علي العازل الصينى .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لتمرين ربط رأسى لتثبيت سلك على العازل الصينى على المتدربين .

٢ - تنفيذ تمرين ربط رأسى لتثبيت سلك على العازل وذلك أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستخدمة :

١ - عازل صينى .

٢ - موصل نحاس أحمر مصمت ١٠ مم٢ .

٣ - عدد اثنين سلك رباط طول كل منهما ١٠٠ سم .

٤ - زرادية مركبة .

خطوات العمل :

١ - اربط محول العازل الصينى بين فكى المنجلة شكل (١).

٢ - لف أحد أسلاك الرباط حول رقبة العازل بشرط أن يكون أحد جانبى السلك أطول من الآخر ١٠ سم ثم لف كل من جانبى السلك حول رقبة العازل حوالى ٦ لفات شكل (٢) .

٣ – كرر نفس العملية السابقة بسلك الرباط الثانى على أن يكون اتجاه السلك الثانى مضاداً لاتجاه السلك الأول شكل (٣) .

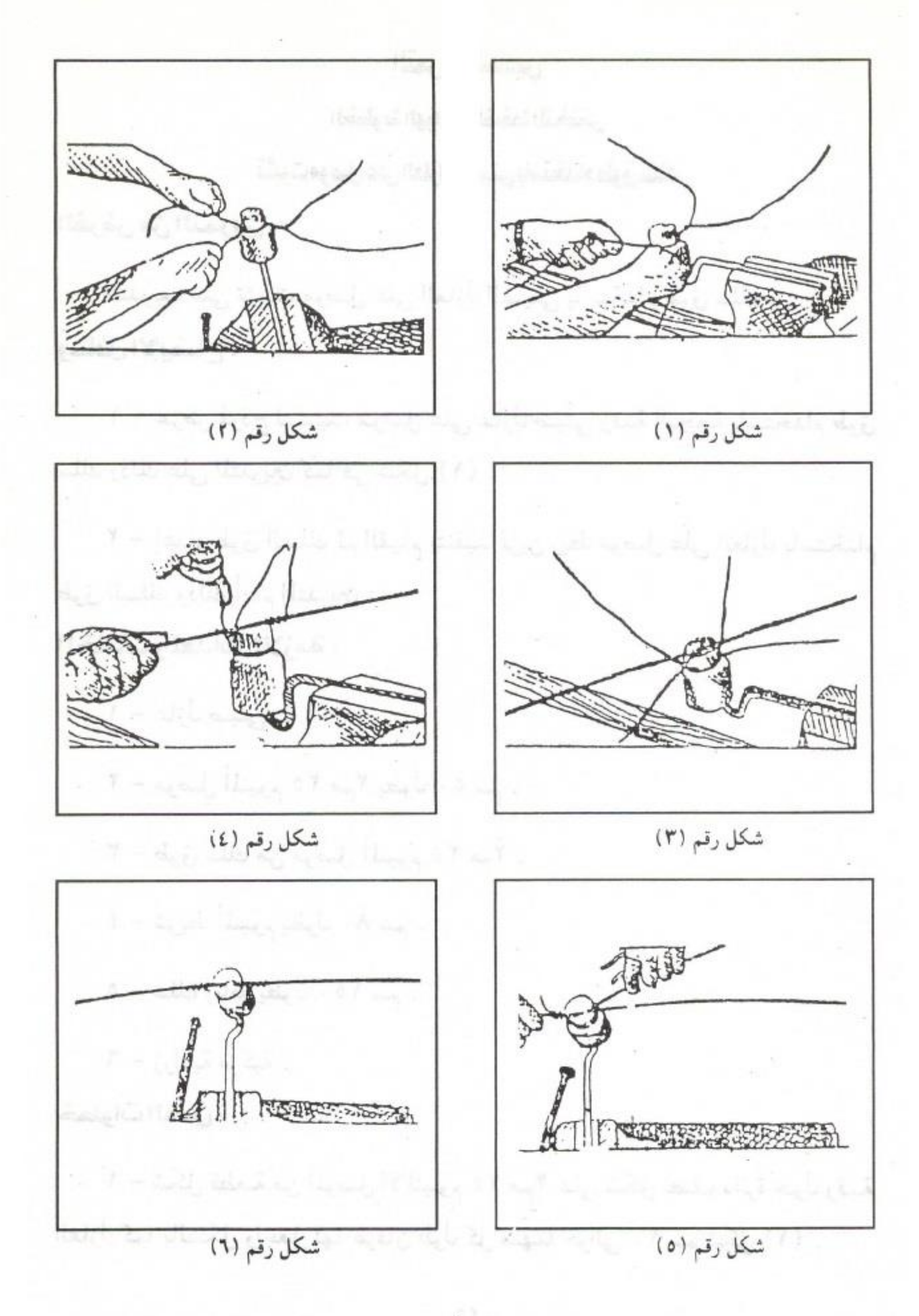
٤ – ضع الموصل فى المجرى الموجود برأس العازل على أن تكون الأطراف الطويلة لسلك الرباط فى جانب واحد والأطراف القصيرة فى الجانب الآخر شكل (٤) .

٥ – لف الطرفين القصيرين من سلك الرباط حول الموصل مبتدئا من جانب العازل حوالى ٦ لفات شكل (٥) .

٦ – ضع الطرفين الطويلين فوق رأس العازل متقاطعان مع الموصل ولف ٦ لفات حول الموصل فى كلا الجانبين شكل (٦) .

٧ – اقطع الأطراف الزائدة من سلك الرباط بإحكام حول الموصل مستعملاً الزرادية المركبة .

٨ – اعرض عملك على المدرب بعد الانتهاء منه .



شكل رقم (١)

شكل رقم (٢)

شكل رقم (٣)

شكل رقم (٤)

شكل رقم (٥)

شكل رقم (٦)

التمرين السادس

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض

تثبيت موصل على العازل الصينى باستخدام طوق سلك

الغرض من التمرين :

التدريب على تثبيت موصل على العازل الصينى باستخدام طوق سلك .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لتثبيت موصل على عازل صينى رقبة البجعة باستخدام طوق سلك وذلك على المتدربين كما فى شكل (١) .

٢ - إعداد طوق السلك ثم القيام بتنفيذ تمرين ربط موصل على العازل باستخدام طوق السلك وذلك أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

١ - عازل صينى .

٢ - موصل ألمنيوم ٢٥ مم٢ بطول ٥٠ سم .

٣ - طوق سلك من موصل ألمنيوم ٢٥ مم٢ .

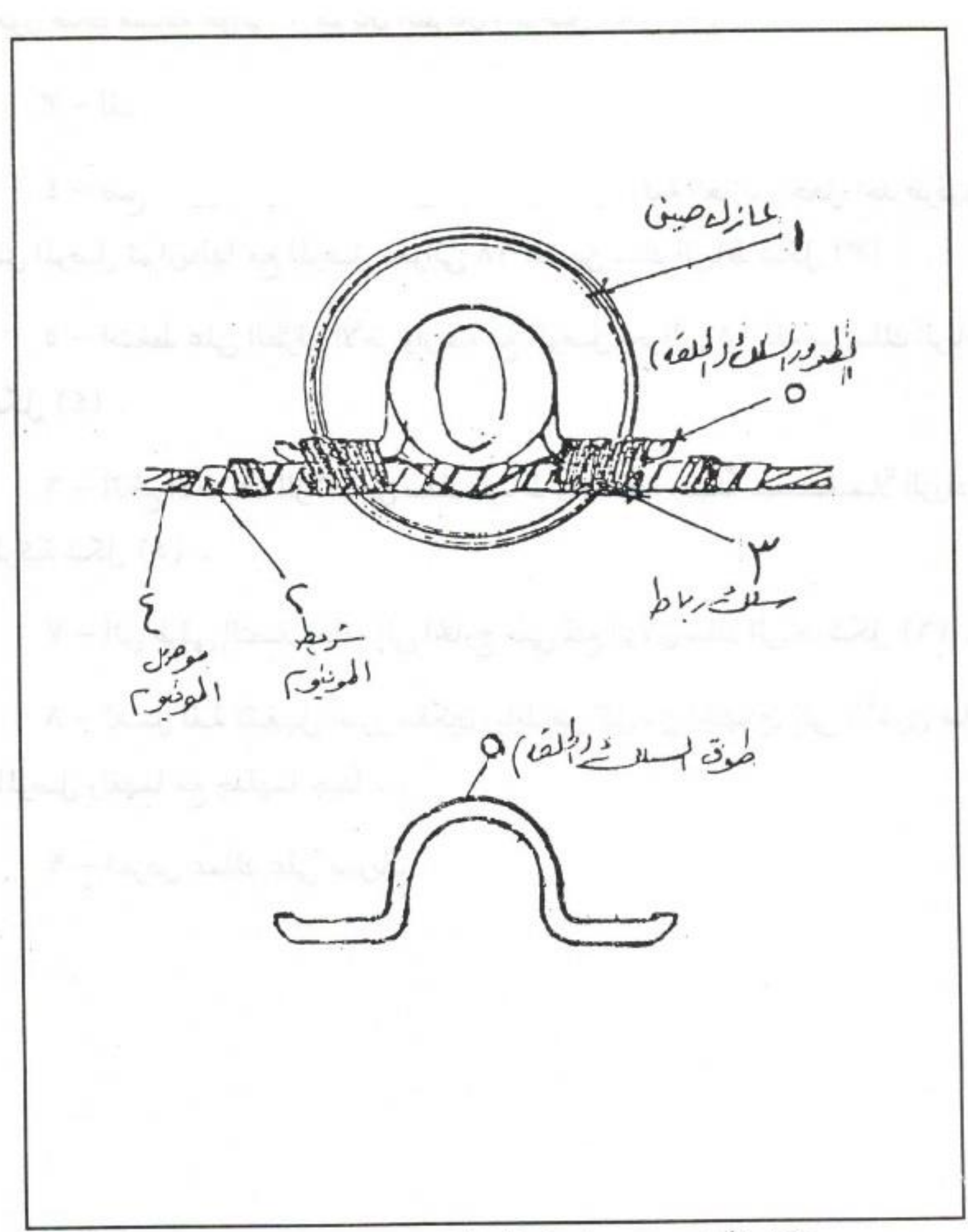
٤ - شريط ألمنيوم بطول ٨٠ سم .

٥ - سلك رباط بطول ١٥٠ سم .

٦ - زرادية مركبة .

خطوات العمل :

١ - شكل قطعة من الموصل الألمنيوم ٢٥ مم٢ على شكل نصف دائرة حول رقبة العازل كما بالشكل واجعل لها طرفان طول كل منهما حوالى ١٠ سم شكل (١) .



شكل (أ) تثبيت موصل على العازل الصينى باستخدام طوق سلك

٢ - اكمل ثنى الطرفين وطابقهما على الموصل الذى يلامس رقبة العازل بحيث يكون هناك مسافة حوالى ٢ مم بين الطرفين والموصل شكل (٢) .

٣ - لف شريط الألمنيوم حول الموصل .

٤ - ضع الطوق (½ حلقة) الذى تم تشكيله حول رقبة العازل واجعل أحد طرفيها يمس الموصل ثم اربطها مع الموصل بحوالى ١٨ لفة من سلك الرباط شكل (٣) .

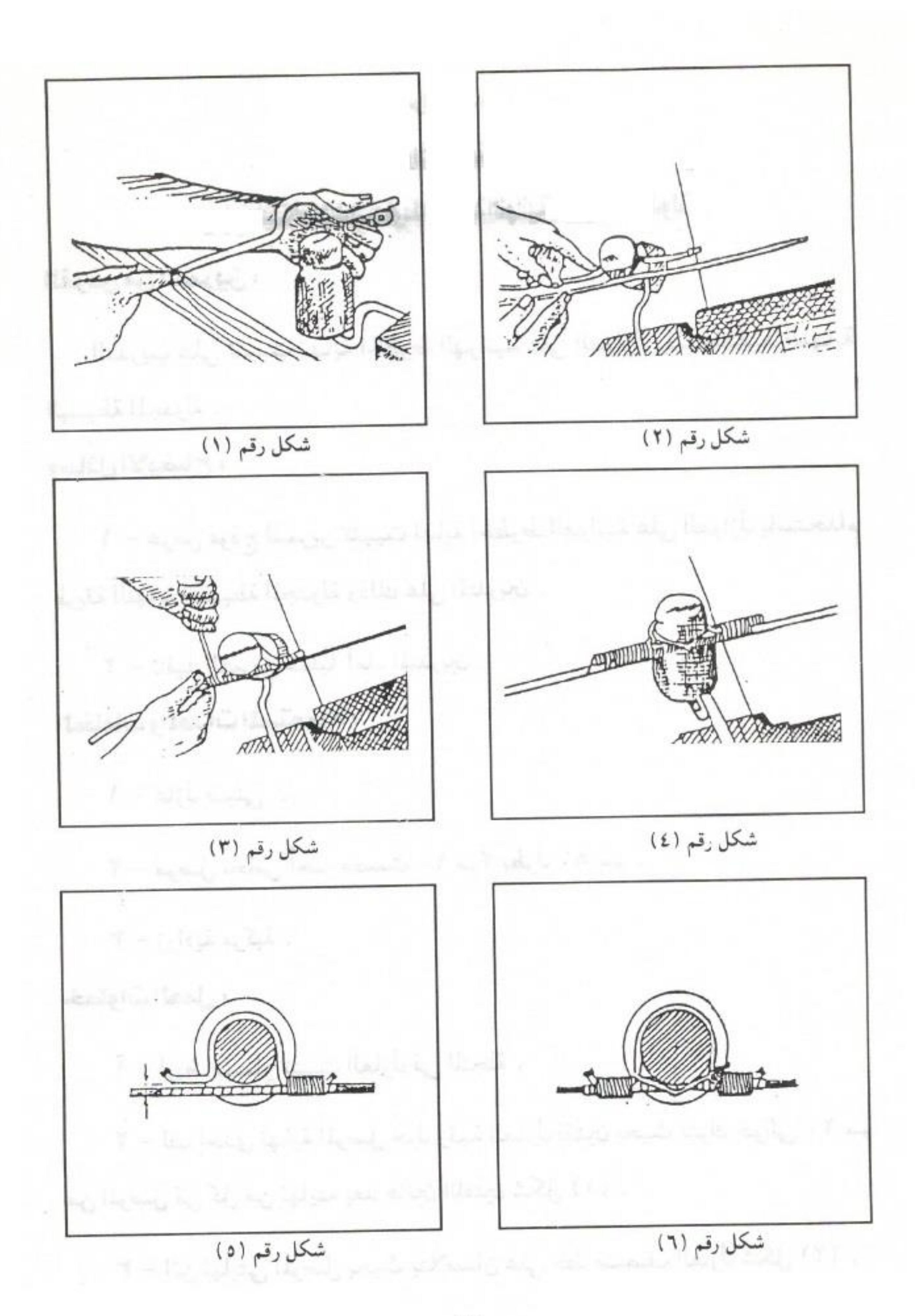
٥ - اضغط على الطرف الآخر واربطه مع الموصل بحوالى ١٨ لفة من سلك الرباط شكل (٤) .

٦ - اقطع الأطراف الزائدة من سلك الرباط واضغطه جيداً مستعملاً الزرادية المركبة شكل (٥) .

٧ - اثن طرفى النصف خلفه إلى الخارج حتى تمنع انزلاق سلك الرباط شكل (٦) .

٨ - لعمل لفة تقفيل أمرر سلكين رباط من كل من الجهتين إلى الأخرى ماراً بالموصل ولفهما مع جدلهما جيداً .

٩ - اعرض عملك على مدربك .



شكل رقم (١)

شكل رقم (٢)

شكل رقم (٣)

شكل رقم (٤)

شكل رقم (٥)

شكل رقم (٦)

التمرين السابع

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض

عمل نهايات أسلاك الخطوط الهوائية النهائية البسيطة المجدولة

الغرض من التمرين :

التدريب على تثبيت نهاية الخطوط الهوائية على العوازل وذلك بتنفيذ النهاية البسيطة المجدولة .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لتمرين تثبيت نهاية الخطوط الهوائية على العوازل باستخدام طريقة النهاية البسيطة المجدولة وذلك على المتدربين .

٢ - تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستعملة :

١ - عازل صينى .

٢ - موصل نحاس أحمر مصمت ١٠ مم٢ بطول ٨٠ سم .

٣ - زرادية مركبة .

خطوات العمل :

١ - اربط مسمار تثبيت العازل فى المنجلة .

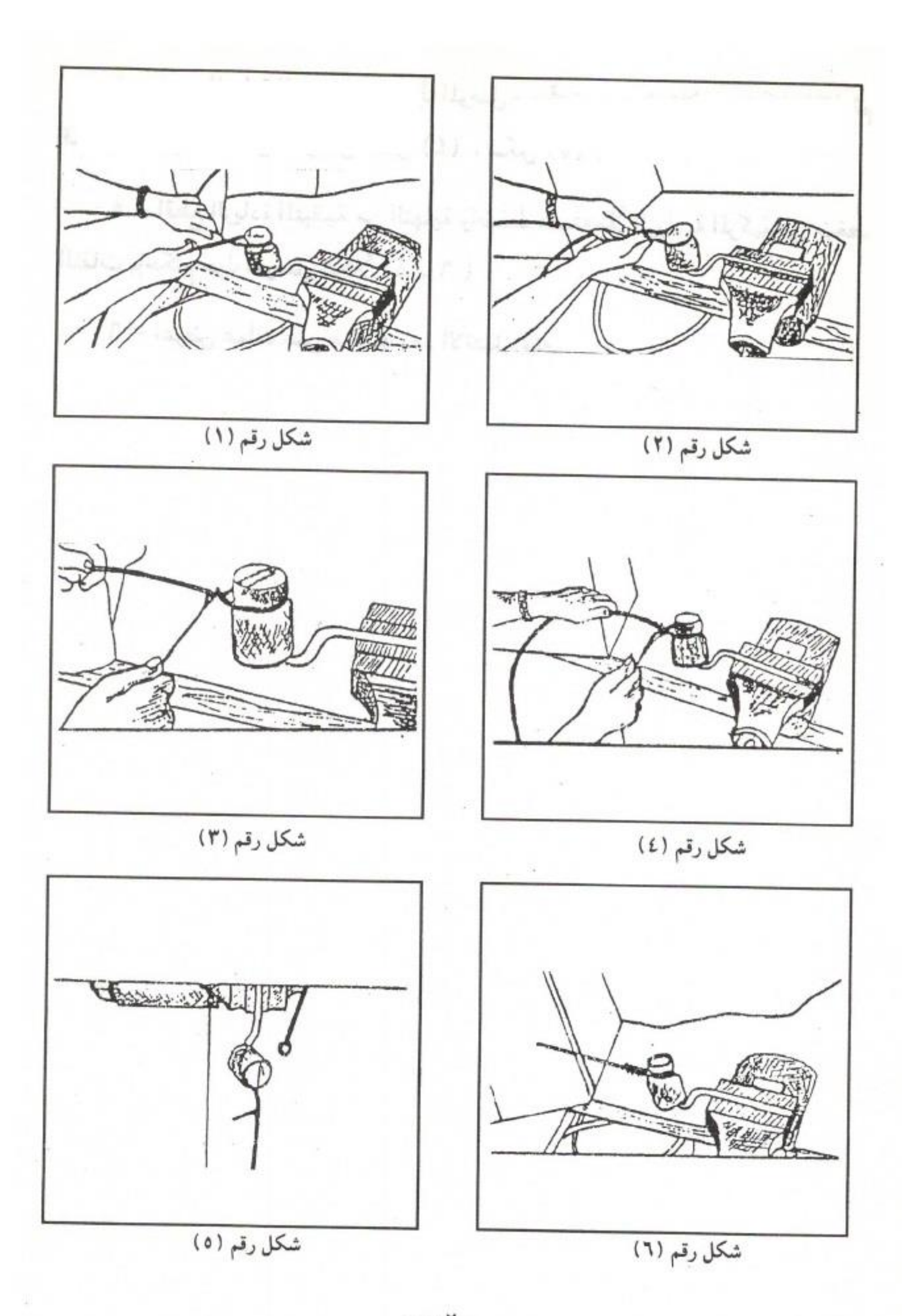
٢ - لف إحدى نهاية الموصل حول رقبة العازل لفتين بحيث تترك حوالى ٢٠ سم من الموصل فى كل من نهايته بعد هاتين اللفتين شكل (١) .

٣ - اثن نهايتى الموصل بحيث يتلامسان على خط منتصف العازل شكل (٢) .

٤ - أمرر النهاية التى ستلف حول الموصل من تحت وبحيث تلامسه شكل (٣) ثم قم بلف عشر لفات حول الموصل شكل (٤) ، شكل (٥) .

٥ - اقطع الزيادة المتبقية من النهاية واضغط مستعملاً الزرادية المركبة فى ضغط اللفات بإحكام حول الموصل شكلاً (٥ ، ٦) .

٦ - اعرض عملك على مدربك بعد الانتهاء منه .



شكل رقم (١)

شكل رقم (٢)

شكل رقم (٣)

شكل رقم (٤)

شكل رقم (٥)

شكل رقم (٦)

التمرين الثامن

الخطوط الهوائية للضغط المنخفض

عمل نهايات أسلاك الخطوط الهوائية

النهاية الملفوفة الملحومة

الغرض من التمرين :

١ - التدريب على تثبيت نهاية الخطوط الهوائية على العوازل وذلك بتنفيذ النهاية الملفوفة الملحومة .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لتمرين تثبيت نهاية الخطوط الهوائية على العوازل باستخدام طريقة النهاية الملفوفة الملحومة .

٢ - تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستعملة :

١ - عازل صينى .

٢ - موصل نحاس أحمر مصمت ١٠ مم٢ بطول ٤٠ سم .

٣ - زرادية مركبة .

خطوات العمل :

١ - لف إحدى نهايتى الموصل مرة واحدة حول رقبة العازل تاركًا مسافة حوالى ٨ سم من الموصل شكل (١) .

٢ - اثن نهايتى الموصل بحيث يتلامسان ويكون محورهما على امتداد محور العازل بحيث تجعل منهما حلقة مقفلة قطرها الداخلى مساويًا قطر رقبة العازل .

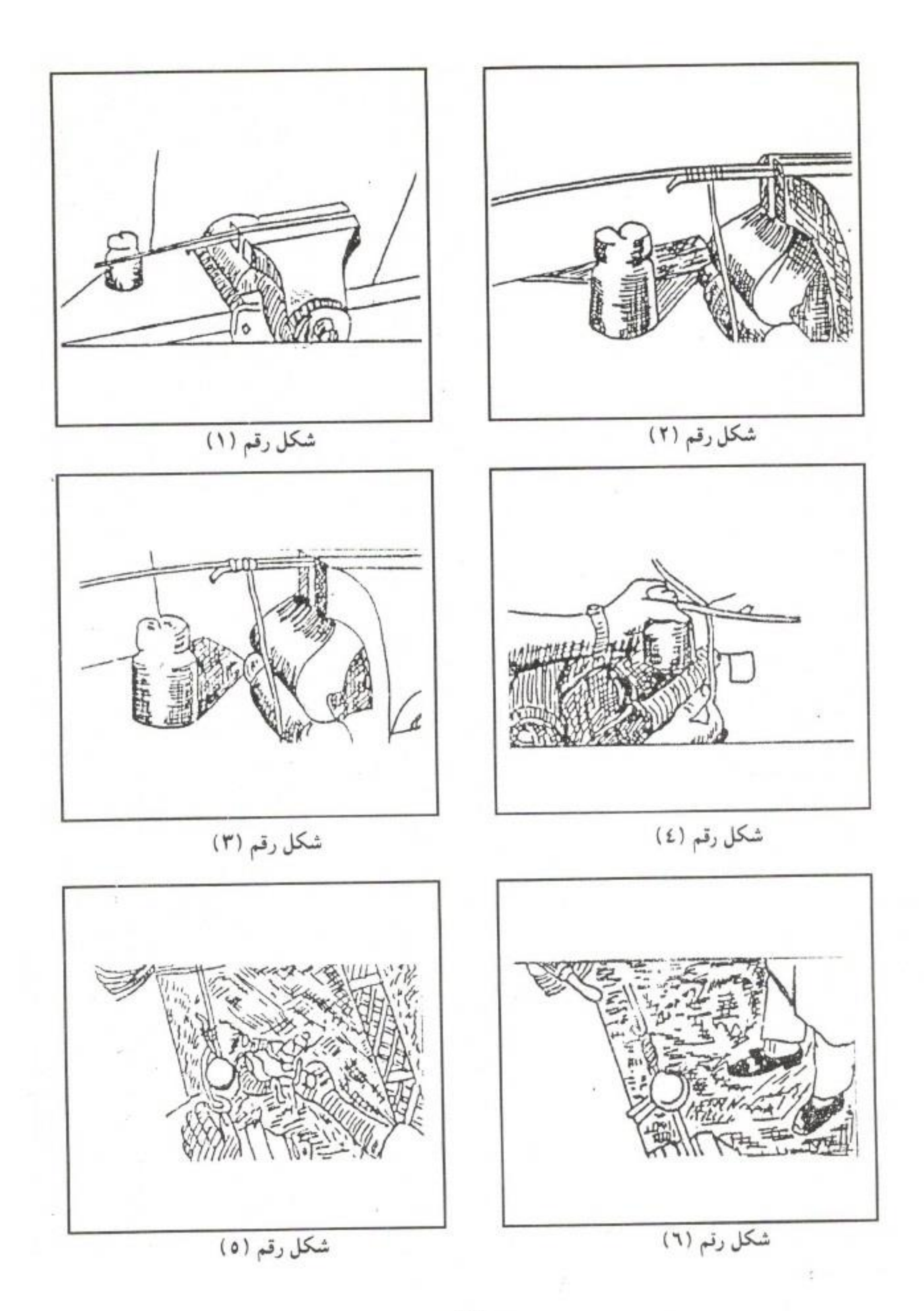
٣ - نظف نهايتى الموصل مستعملاً الجانب غير الحاد للسكين .

٤ - ضع بداية سلك الرباط بين نهايتى الموصل وذلك بعد ربط الموصل بين فكى المنجلة شكل (٢) .

٥ - من على بعد ١ سم من نهاية الموصل القصيرة ابدأ بلف سلك الرباط حتى تصل إلى بعد حوالى ٥ سم من طرف الحلقة شكل (٣) أو العازل شكل (٤) .

٦ - اجدل نهاية سلك الرباط مع بعضهما ثم اثن نهاية الموصل القصيرة إلى الخارج ثنياً خفيفاً ثم قم بعملية اللحام شكل (٥) مع مراعاة أن يكون قصدير اللحام قد ملأ جميع الفراغات ويكون اللحام نظيفاً ويجب أن يراعى كذلك أن لا تسلط اللهب على العازل الصينى حتى لا ينكسر .

٧ - اعرض عملك على مدربك بعد الانتهاء منه .



شكل رقم (١)

شكل رقم (٢)

شكل رقم (٣)

شكل رقم (٤)

شكل رقم (٥)

شكل رقم (٦)

الباب الثانى

إمداد المنشآت بالطاقة الكهربائية

وتجميع وتوصيل لوحات التوزيع

تركيبات القدرة والإنارة :

تولد القدرة الكهربية المستعملة فى الإنارة وإدارة المحركات والآلات من محطات توليد خاصة تعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية مستخدمة فى ذلك ما يسمى بالمولدات الكهربية وهى تستمد حركتها من آلات خاصة ميكانيكية كآلات الديزل مثلاً أو التربينات المائية أو التربينات البخارية أو أى قوة أخرى لتعطى الحركة الميكانيكية (المولد هو الآلة التى تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية) .

وقد تولد القدرة الكهربية محليا أى فى أماكن استهلاكها أو القرب منها وقد تولد القدرة الكهربية فى أماكن بعيدة عن أماكن الاستهلاك وتنقل إليها بواسطة شبكات من الموصلات الهوائية أو الأرضية (الكابلات) .

شبكات القدرة الكهربية :

تطلق هذه الكلمة على التوصيلات الكهربية التى تنقل القدرة .

وقد تتكون من مجموعة ينابيع متصلة معا بحيث إذا تعطل ينبوع لا ينقطع التيار عن مصدر القوة الكهربية ، وفى هذه الحالة تسمى بالشبكة العامة وتحول الطاقة المولدة فى محطات التوليد (تكون عادة ٥٠٠ فولت) إلى ضغط مرتفع بواسطة محولات رفع قبل أن توصل إلى الشبكات العامة ويترواح الجهد المستعمل حاليا من ١٣٢٠٠٠ ، ٦٦٠٠٠ ، ٣٣٠٠٠ فولت كما أن الجهد المستقبل من السد العالى هو ٥٠٠ ك فولت أى ٥٠٠٠٠٠ فولت ثم تستقبل هذه الجهود الشديدة الارتفاع فى محطات استقبال خارج المدن لتخفض إلى جهد مرتفع حوالى ١١٠٠٠ ، ٦٦٠٠ فولت حيث توزع على محطات فرعية ليحول إلى جهد ٣٨٠ فولت (جهد تشغيل) وهو الجهد

المستعمل فى الإنارة وإدارة الورش وتنقل الجهود المنخفضة بواسطة كابلات تحت الأرض لما فى ذلك من صيانة للأرواح ولأسباب أخرى فنية وقد كان قديما تستعمل شبكات هوائية داخل المدن ولكن وجد أنها تكون عرضة للتأثيرات الجوية أو السقوط وما تسببه من أخطار عند سقوطها .

عناصر تركيبات نقل القدرة الكهربائية :

مما سبق نعلم أن القدرة الكهربية تولد من مولدات كهربية فى محطات توليد خاصة وهذه القدرة لا تؤخذ مباشرة من المولدات إلى شبكات التوزيع بل تمر على عدد من المراحل والأجهزة حتى تصل إلى المستهلك وسنشرح باختصار هذه المراحل والأجهزة وهى :

١ - لوحات التوزيع :

وتوجد لوحات التوزيع فى جميع محطات الكهرباء سواء كانت محطات توليد أو محطات تحويل أو محطات توزيع فرعية .

وتتكون لوحات التوزيع عادة (وتكون مصنوعة من الرخام الخالى من العيوب أو الاردواز أو الصلب المغطى بمادة عازلة) من الأجهزة الآتية على سبيل المثال وليس الحصر :

(أ) أجهزة القياس مثل :

جهاز أمبيروميتر وهو لقياس شدة التيار بالأمبير .

جهاز الفولتميتر وهو جهاز لقياس الجهد بالفولت .

جهاز الواتميتر وهو جهاز لقياس القدرة بالوات .

عداد القدرة وهو جهاز لقياس القدرة فى زمن محدد بالكيلوات ساعة .

(ب) أجهزة الوقاية والأمان مثل :

المصهرات ومهمتها فصل التيار إذا زاد الحمل عن الحد المقرر له ، مفاتيح السكينة وهى أداة يدوية أو آلات لتوصيل أو قطع التيار عند الدائرة .

مفاتيح أتوماتيكية :

تعمل أوتوماتيكا عى فصل التيار عن الدوائر الكهربائية عند زيادة شدة التيار أو انخفاض الجهد وهناك أجهزة أخرى للوقاية ليس هنا مجال بحثها .

أجهزة التوافق :

تستعمل فى حالة ما إذا تعددت الينابيع وأريد تداخلها معا . وأجهزة ضبط الجهود وقد توجد أجهزة أخرى على لوحات التوزيع حسب حاجة المحطة إليها .

٢ - محولات رفع :

وهى تستقبل القدرة من محطات التوليد لترفع الجهد حتى يسهل نقل القدرة إلى مسافات بعيدة دون فقد يذكر وبأقل مصاريف وخامات .

٣ - محولات خفض :

وعادة تكون على ثلاث مراحل الأولى خارج المدن والثانية داخل المدن وهى المسماة بالمحطات الفرعية وتقوم بتغذية المرحلة الثالثة والأخيرة وهى أكشاك التوزيع .

٤ - شبكات نقل القدرة الكهربية وتكون :

(أ) خارج المدن حيث تحمل الجهود الشديد الارتفاع وهى عبارة عن شبكات من الأسلاك الهوائية محمولة على عوازل من الصينى المثبت على أبراج خرسانية .

(ب) شبكات أرضية من الكابلات المسلحة حيث تحمل القدرة من المحطات الفرعية إلى أكشاك التوزيع ثم إلى المستهلك أو أماكن الاستهلاك .

٥ - أماكن الاستهلاك :

حيث تستقبل القدرة المنخفضة عن طريق مصهرات ثم عددات القدرة إلى لوحات التوزيع الخاصة .

أجهزة توصيل التيار " مستهلكات القدرة " :

تستهلك القدرة الكهربية الموردة إلى المستهلك سواء كان هذا المستهلك منزل أو مصنع بواسطة أجهزة الاستهلاك مثل المحركات والسخانات ومصابيح الإضاءة وأجهزة التكييف والسينما والراديو وفى القطارات الكهربية والمصاعد وخلافه ومن أهم مزايا الكهرباء بالنسبة للمستهلك العادى الإضاءة وما هى إلا نوع من أنواع مستهلكات القدرة الكهربية وأكثرها انتشارا ، بالنسبة لانتشارها فى كل مكان وكما أن للكهرباء من المزايا ما يجعلها من ضروريات الحياة إلا أن لها من الأخطار ما يوازى فوائدها أن لم يراع فى التركيبات بها الطرق القانونية للوقاية والأمان من الأخطاء لذلك اهتمت الدول بوضع مواصفات خاصة للتركيبات لضمان الوقاية والحماية المستهلكين من أخطارها .

الأجهزة والأدوات المستعملة فى توصيل التيار :

تتلخص معنى الوصلة الكهربية عامة فى أنها العملية التى يتم بها توصيل قدرة كهربائية من ينبوع إلى المستهلك ولإتمام هذه العملية فإننا سنمر على عدد من التركيبات الكهربية لعملية التوصيلة وبعضها أجهزة وقاية وأمان والبعض الآخر أجهزة قياس حسب نوع الوصلة والغرض المطلوبة من أجله وأهم هذه الأجهزة والتركيبات هى :

١ - مفاتيح سكينة تتناسب مع الأحمال التى ستمر بها .

٢ - مفاتيح قطع أتوماتيكية لفصل التيار عند حدوث أخطار .

٣ - مصهرات مهتمها فصل التيار عن الدائرة عند زيادة الحمل عن المقرر .

٤ - الموصلات .

٥ - أجهزة قياس مثل عداد الكيلوات ساعة وجهازى الفولتميتر والاميتر .

٦ - الأجهزة الخاصة بالمستهلك إذا كان مصنع فهى عبارة عن المحركات والآلات وغيرها ، أما إذا كانت منازل فهى عبارة عن مفاتيح الإنارة والدويل والبرايز والأجراس وأزرار توصيلها .

التمرين الأول

إعداد لوحات التوزيع وتوصيلها بالأحمال

الكهربائية المختلفة

توصيل دائرة عداد كهربائى وجه واحد

الغرض من التمرين :

التدريب على كيفية إعداد لوحات التوزيع وتوصيلها بالأحمال الكهربائية المختلفة .

التدريب على توصيل دائرة عداد كهربى وجه واحد .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لكل من الرسم الخطى والرسم التفصيلى .
- عرض مكونات الدائرة على المتدربين وإيضاح طريقة تشغيلها .
- تنفيذ التمرين عمليا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المطلوبة :

- عداد كهربى وجه واحد .
- عدد (٦) مصهر ٥ أمبير أو ١٠ أمبير .
- عدد (٢) مفتاح فصل ووصل ON - OFF ثنائى (بقطبين) .
- عدد (٢) دويل بالمصباح .
- عدد (٢) بريزة وجه واحد .

- لوحة خشبية ٥٠ سم × ٥٠ سم (يمكن استخدام اللوح الموجودة بالقسم ٨٠ سم × ٨٠ سم المستخدمة فى تنفيذ تمارين التركيبات) .

- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٢مم .

- مسامير جمبرت معزولة - مسامير بورمة .

- جاكوش - قصافة - زرادية - قشارة أسلاك .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم التخطيطى شكل (١) ، الرسم التفصيلى شكل (٢) بهدف معرفة مكونات الدائرة وطريقة توصيل تلك المكونات .

٢ - اطلب الخامات والمعدات اللازمة لتنفيذ التمرين .

٣ - قم بتوصيل مكونات الدائرة طبقا للرسم التفصيلى شكل (٢) . (قم باختيار المصهرات المناسبة طبقا لمساحة مقطع الموصلات وشدة تيار الدائرة) .

٤ - قم بقياس الطاقة المستهلكه بالكيلو وات فى مدة زمنية محددة وذلك باتباع الآتى :

(أ) سجل قراءة العداد قبل توصيل الحمل بالدائرة .

(ب) ضع مفتاح التوصيل بمصدر القدرة فى وضع التشغيل ON وفى نفس اللحظة احسب زمن بدء التشغيل باستخدام ساعة توقيت . (لاحظ دوران قرص العداد دلالة على تشغيله) .

(جـ) بعد زمن معين غير وضع مفتاح التوصيل بمصدر القدرة إلى وضع الفصل OFF .

(د) سجل زمن التشغيل ، كذلك سجل قراءة العداد .

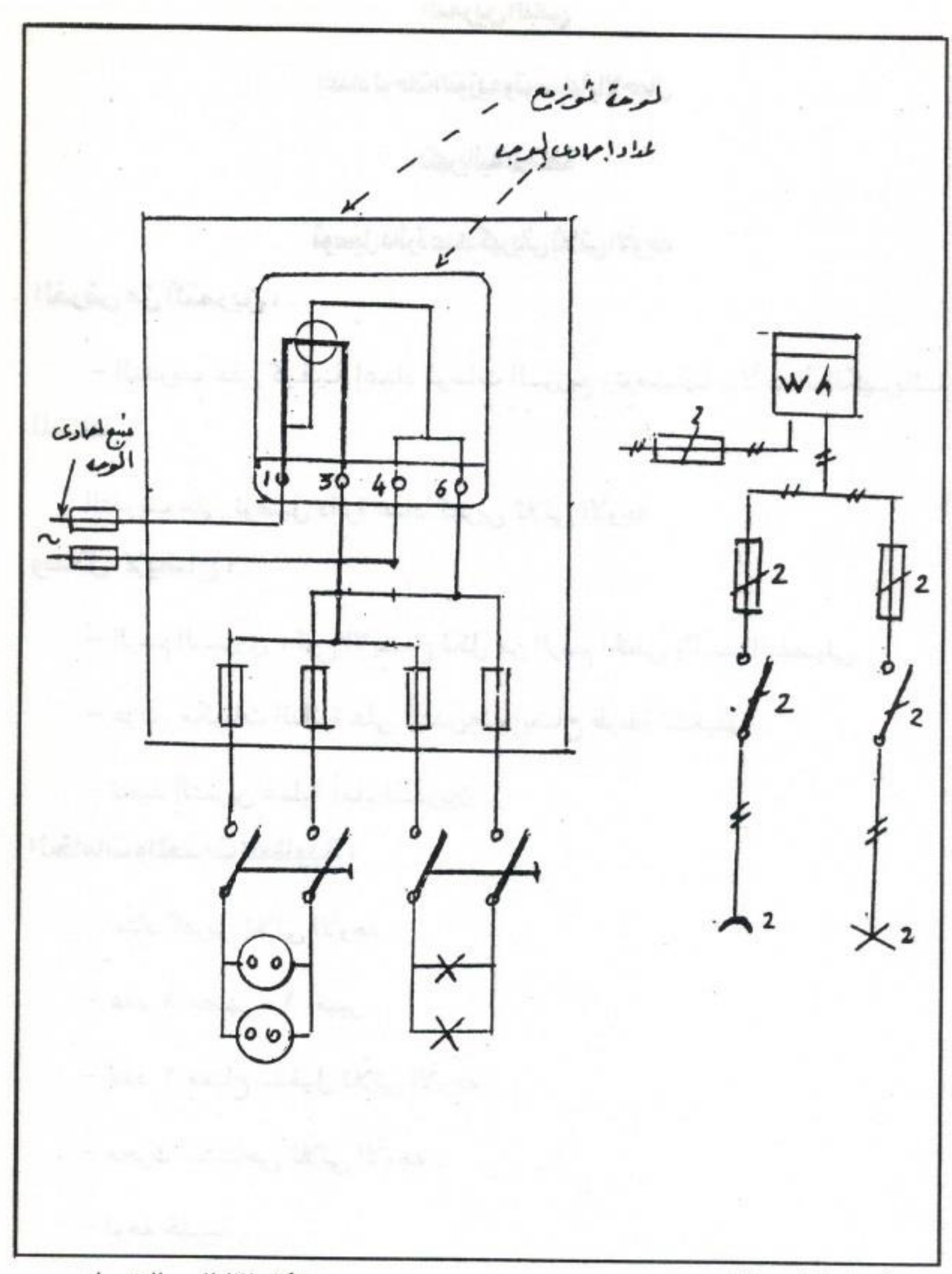
(هـ) احسب كمية الطاقة المستهلكة بالكيلو وات ساعة .

الطاقة المستهلكة = قراءة العداد الثانية - قراءة العداد الأولى ك . وات ساعة .

(ن) احسب القدرة المستهلكة بواسطة الحمل .

$$\text{القدرة المستهلكة} = \frac{\text{الكيلو وات . ساعة}}{\text{الزمن بالساعات}}$$

٦ - قم بفصل مكونات الدائرة وسلم المعدات والأجهزة للمدرب .



شكل (٢) الرسم التفصيلى

شكل (١) الرسم الخطى

التمرين الثانى

إعداد لوحات التوزيع وتوصيلها بالأحمال

الكهربائية المختلفة

توصيل دائرة عداد كهربائى ثلاثى الأوجه

الغرض من التمرين :

- التدريب على كيفية إعداد لوحات التوزيع وتوصيلها بالأحمال الكهربائية المختلفة .

التدريب على توصيل دائرة عداد كهربى ثلاثى الأوجه .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لكل من الرسم الخطى والرسم التفصيلى .
- عرض مكونات الدائرة على المتدربين وإيضاح طريقة تشغيلها .
- تنفيذ التمرين عمليا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المطلوبة :

- عداد كهربى ثلاثى الأوجه .
- عدد ٦ مصهر ١٠ أمبير .
- عدد ١ مفتاح تشغيل ثلاثى الأوجه .
- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه .
- لوحة خشبية .
- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٣ مم^{2} .

- جاكوش - قصافة - زرداية - تشارة أسلاك - مسامير جمبرت معزولة - مسامير بورمة .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم التخطيطى شكل (١) ، الرسم التفصيلى شكل (٢) بهدف معرفة مكونات الدائرة وطريقة توصيل تلك المكونات .

٢ - اطلب الخامات والمعدات اللازمة لتنفيذ التمرين .

٣ - قم بتوصيل مكونات الدائرة طبقا للرسم التفصيلى شكل (٢) .

٤ - قم بقياس الطاقة المستهلكة بالكيلو وات فى مدة زمنية محددة وذلك باتباع الآتى :

(أ) سجل قراءة العداد قبل توصيل الحمل بالدائرة .

(ب) ضع مفتاح التوصيل بمصدر القدرة فى وضع التشغيل ON وفى نفس اللحظة احسب زمن بدء التشغيل باستخدام ساعة توقيت .

(جـ) بعد زمن معين غير وضع مفتاح التوصيل بمصدر القدرة إلى وضع الفصل OFF .

(د) سجل زمن التشغيل ، كذلك سجل قراءة العداد .

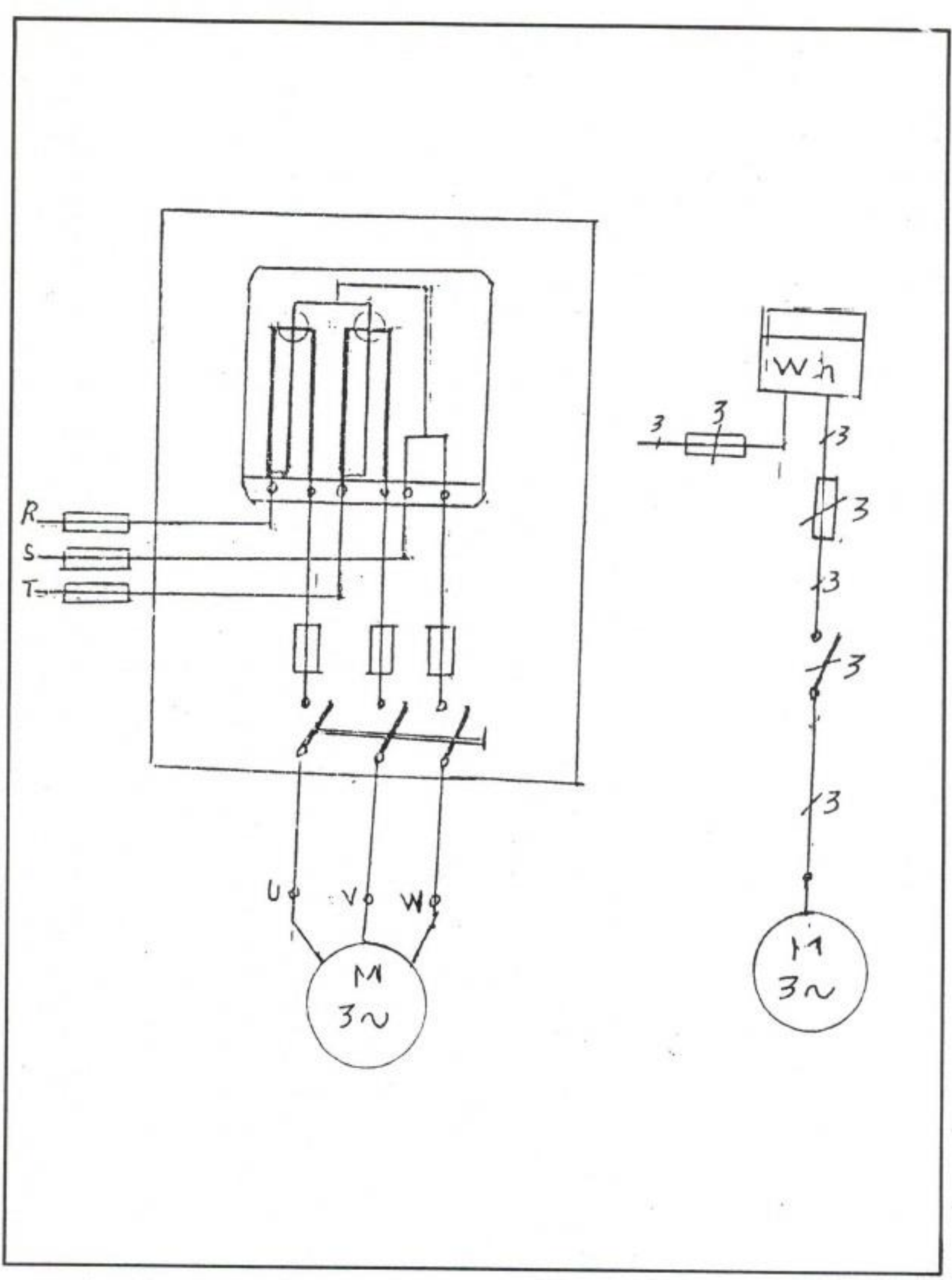
(هـ) احسب كمية الطاقة المستهلكة بالكيلو وات ساعة .

الطاقة المستهلكة = قراءة العداد الثانية - قراءة العداد الأولى ك . وات ساعة .

٥ - احسب القدرة المستهلكة بواسطة الحمل .

$$\text{القدرة المستهلكة} = \frac{\text{الطاقة المستهلكة}}{\text{الزمن بالساعة}}$$

٦ - قسم بفصل مكونات الدائرة وسلم المعدات والأجهزة للمدرب .



شكل (١) الرسم الخطى

شكل (٢) الرسم التفصيلى

الباب الثالث

المحركات الكهربائية الثلاثية الأوجه

التمرين الأول

فك وإعادة تجميع المحرك الثلاثى الأوجه

الغرض من التمرين :

١ - التدريب على فك وإعادة تجميع المحرك الثلاثى الأوجه .

٢ - التعرف على مكونات المحرك الثلاثى الأوجه .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لمكونات المحرك الثلاثى الأوجه على المتدربين :

(أ) الغطاءان الجانبيان .

(ب) العضو الثابت .

(جـ) العضو الدائر (قفص سنجابى وآخر عضو دائر ملفوف) .

٢ - إجراء عملية فك وإعادة تجميع المحرك أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستعملة :

١ - محرك ثلاثى الأوجه (عضو دائر قفص سنجاب) .

٢ - طقم مفاتيح بلدى .

٣ - مفكات .

٤ - سنبك أو زمبة علام .

٥ - دقماق خشبى .

٦ - جاكوش .

وسائل الأمان :

١ - قبل عملية فك المحرك يجب فحصه لاكتشاف أى أعطال ميكانيكية به قد تحول دون عملية فكه بطريقة سليمة وذلك مثل :

(أ) كسر أو تصدع الغطائين الجانبيين للمحرك .

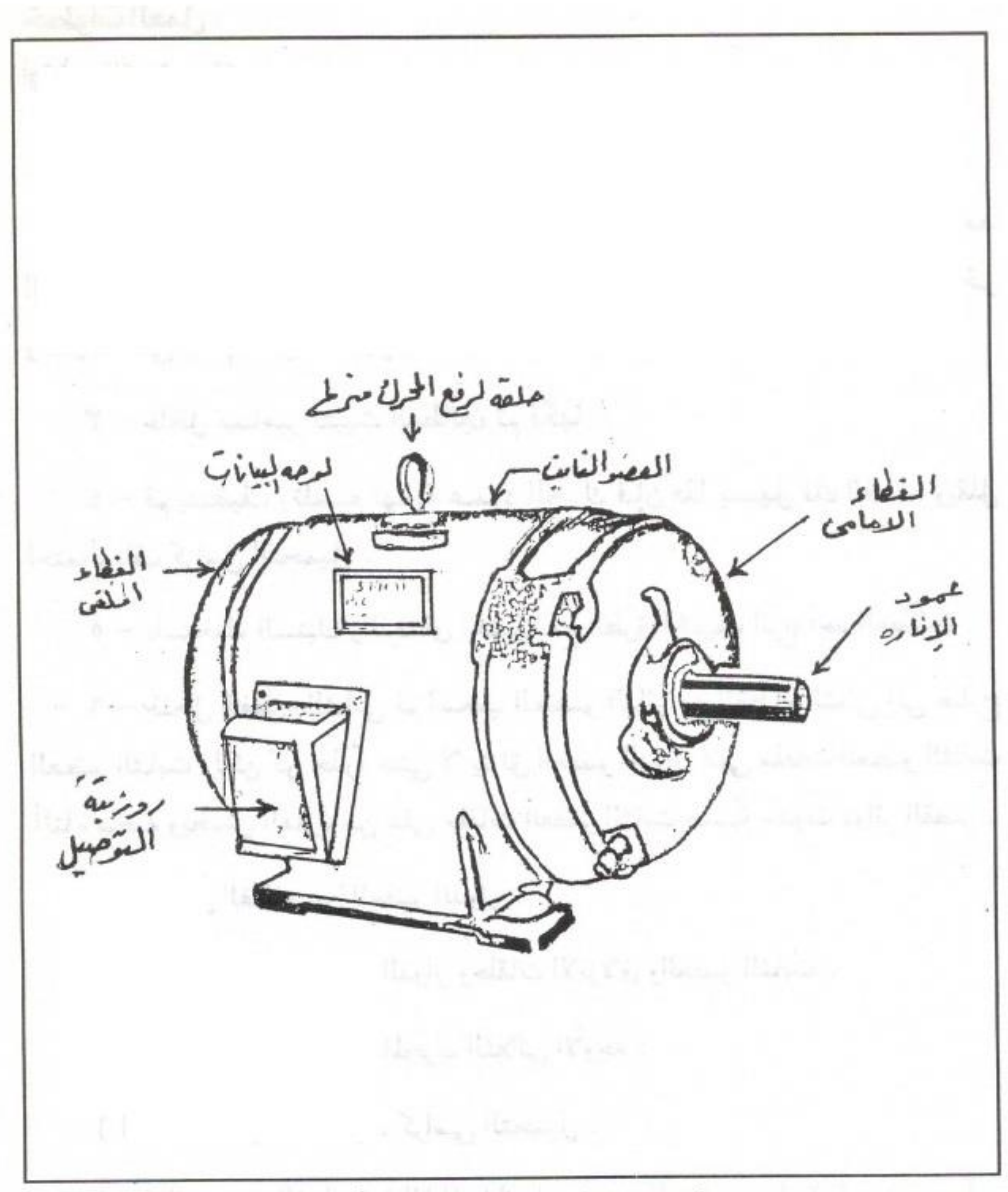
(ب) كسر أماكن تثبيت مسامير ربط الغطائين بالعضو الثابت .

(جـ) انثناء عمود الدوران .

(د) كسر مثبتات أطراف التوصيل أو اختراقها .

٢ - يراعى اختيار المفاتيح والمفكات المناسبة فى عملية الفك .

٣ - الحرص التام من خدش الملفات الداخلية للمحرك وإزالة العازل من عليها حتى لا تحدث قصورات - كذلك تجنب قطع أطراف الملفات أو خلافه



شكل (١) الشكل العام لمحرك ثلاثى الأوجه

خطوات العمل :

أولاً - فك المحرك :

١ - فك غطاء المروحة والمروحة إن وجدت .

٢ - باستخدام السنبك أو زمبة العلام والدقماق الخشبى اعمل علامة على أحد الغطائين ومثلها على جسم المحرك المقابل له ثم اعمل علامتين على الغطاء الآخر ومثلهما على جسم المحرك المقابل .

٣ - خلخل مسامير تثبيت الغطائين ثم فكها .

٤ - قم بتنظيف وتلميع نهاية عمود المحرك فإن هذا يسهل فك الغطاء ويقلل احتمال تلف كراسى التحميل .

٥ - باستخدام السنبك والدقماق الخشبى مع الطرق الخفيف انزع أحد الغطائين .

٦ - خلخل الغطاء الثانى ثم اسحب العضو الدائر مع الغطاء الثانى إلى خارج العضو الثابت ولكن كن حذراً حتى لا ينزلق العضو الدوار على ملفات العضو الثابت أثناء سحبه ويخدش العازل من على ملفات العضو الثابت مسبباً حدوث دوائر القصر .

٧ - افصل الغطاء عن العضو الدوار .

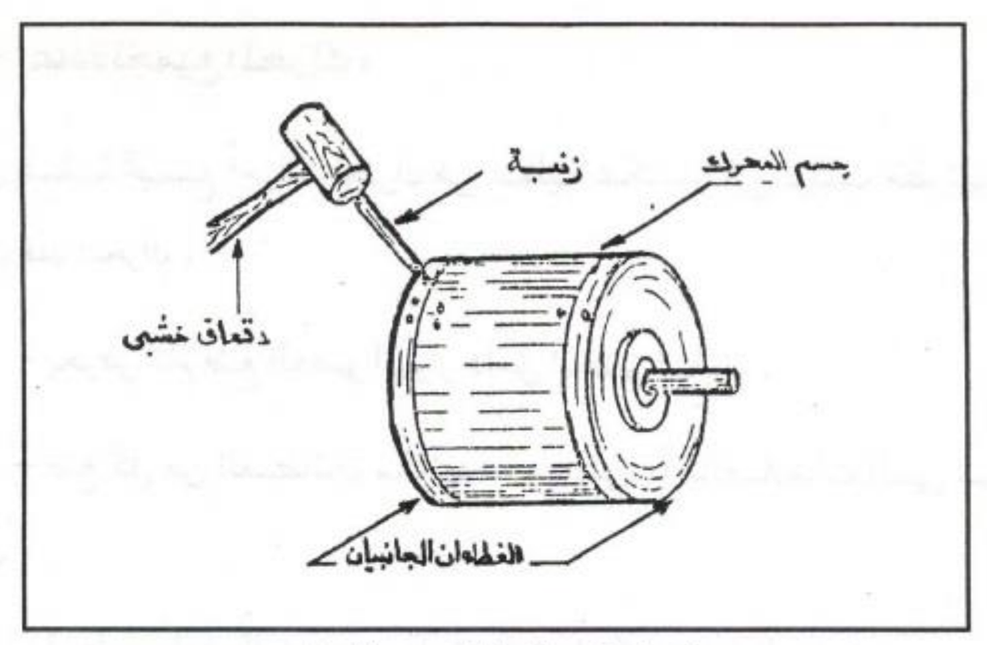
٨ - نظف كل من العضو الدوار وحلقات الانزلاق والعضو الثابت .

٩ - تعرف على مكونات المحرك الثلاثى الأوجه :

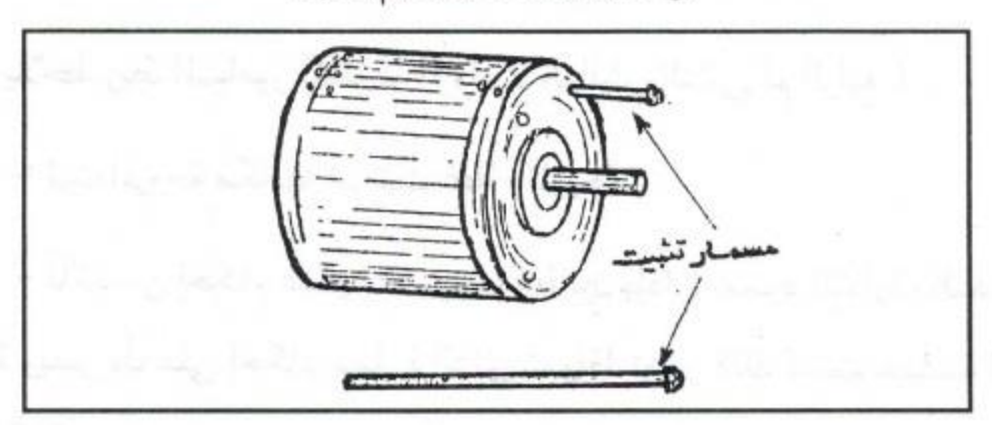
(أ) الغطاءان الجانبيان ، كراسى التحميل .

(ب) العضو الثابت (الإطار الخارجى - المجارى وطريقة صنعها - ملفات العضو الثابت وطريقة وضعها بالمجارى - طرق العزل) .

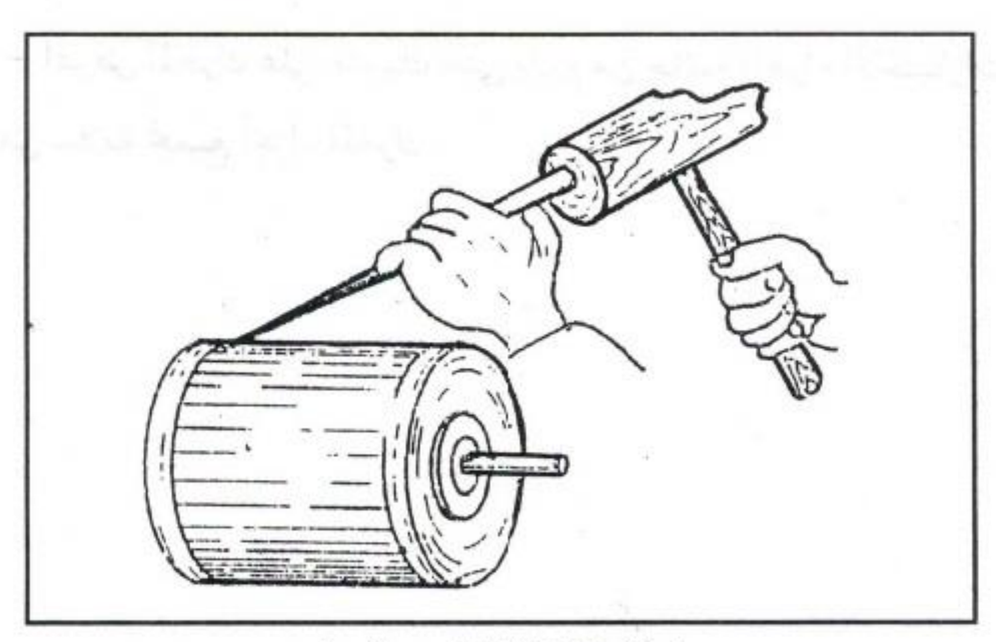
(جـ) العضو الدوار (عمود الإدارة - القلب - ملفات العضو الدوار - رولمان البلى) .



ش ١ ترتيب الغطاءان وحجم المحرك



ش ٢ فك مسامير التثبيت



ش ٣ خلخلة الغطاءان تم فكهما

ثانيا - إعادة تجميع المحرك :

إن عملية تجميع أجزاء المحرك هى عملية عكسية فى ترتيب خطوتها بالنسبة لخطوات فك المحرك .

١ - بحرص تام ضع العضو الدوار داخل العضو الثابت .

٢ - ضع كل من الغطائين مكانهما مسترشداً بالعلامات التى تم صنعها من قبل .

٣ - اربط مسامير التثبيت ربطا خفيفا ثم احكم عملية الربط .

(يلاحظ ربط المسامير المتقابلة الأول ثم الثالث والثانى ثم الرابع) .

٤ - ثبت المروحة مكانها ثم ثبت غطاء المروحة .

٥ - تأكد من إحكام عملية تثبيت الغطائين بإدارة عمود الإدارة باليد فإذا دار بسهولة ويسر دل على إحكام عملية التثبيت وإذا تعذر ذلك كانت عملية التثبيت غير محكمة .

٦ - اعرض المحرك على مدربك حتى يقوم من جانبه بإجراء الاختبارات اللازمة للتأكد من سلامة تجميع أجزاء المحرك .

التمرين الثانى

المحركات الكهربائية الثلاثية الأوجه

لوحة بيانات المحرك

الغرض من التمرين :

١ - التدريب على قراءة لوحة بيانات محرك ثلاثى الأوجه .

٢ - التدريب على تسجيل البيانات الخارجية للمحرك .

وسائل الإيضاح :

مجموعة من محركات ثلاثية الأوجه مثبت عليها لوحة البيانات والمحركات مختلفة القدرة - السرعة - الموديل - الجهد - شدة التيار - جهة الصنع .

الخامات والمعدات المطلوبة :

مجموعة من محركات كهربائية ثلاثية الأوجه مثبت عليه لوحة البيانات .

مقدمة :

إن لوحة بيانات المحرك هى بمثابة البطاقة الشخصية لأى شخص - وكما أنه من خلال بيانات البطاقة يمكن الاستدلال على صاحبها والتعامل معه بناء على تلك البيانات - فإنه من واقع البيانات المسجلة على اللوحة يمكن تحديد مواصفات المحرك الذى أمامنا والبت فى مدى مطابقته للعمل المطلوب له من عدمه . والبيانات التى توجد على لوحة البيانات هى :

١ - قدرة المحرك بالكيلو وات أو الحصان الكهربى (٧٤٦ وات) .

٢ - الجهد الكهربائى الذى يعمل عليه المحرك بالفولت .

٣ - شدة التيار التى يسحبها المحرك بالأمبير .

٤ - التردد (......... ذبذبة / الثانية) .

٥ - نوع التوصيل (نجمة / دلتا) .

٦ - سرعة العضو الدائر (.......... لفة - دقيقة) .

٧ - درجة الحرارة (أقصى درجة حرارة مسموحة للمحرك فى حالة تشغيله لمدة طويلة) .

٨ - عدد الأوجه .

٩ - الرقم المسلسل للمحرك .

١٠ - الطراز .

١١ - الموديل .

ويلاحظ أن معظم بيانات المحرك تكون مكتوبة باللغة الإنجليزية لهذا يجب الإلمام التام بمعرفة تلك البيانات ومرادفها باللغة العربية .

ويبين الشكل (١) لوحة بيانات محرك ثلاثى الأوجه باللغة الإنجليزية بينما يبين الشكل (٢) نفس لوحة البيانات السابقة باللغة العربية .

3 PHASE INDUCTIO MOTOR

TYPE MRA 1085A FRAME 80

POLES 4 INSUL. E JEC 37

OUTPUT	750W	CODE	
Hz	50	RATING	CONT
VOLT	380	ROTOR	
AMP	1.9	BRG. NO.	6204ZZ
R.P.M.	1420	BRG. NO.	6203ZZ

SER. NO. A8033013 Y14

FUJI ELECTRIC CO.LTD. JAPAN

شكل (١) لوحة بيانات محرك ثلاثى الأوجه باللغة الإنجليزية

محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه

الطـراز	الإطـــار
عدد الأقطاب : ٤	العزل : E
الخروج : ٧٥٠ وات	الكود :
التردد : ٥٠ ذ/ث	التشغيل : مستمر
الجهد : ٣٨٠ فولت	العضو الدوار :
التيار : ١,٩ أمبير	رقم رولمان البلى الأمامى ٦٢٠٤ ZZ
السرعة : ١٤٢٠	رقم رولمان البلى الخلفى ٦٢٠٣ ZZ

رقم مسلسل : ٨٠٣٣٠١٣

شركة فوجى الكهربائية .... اليابان

شكل (٢) لوحة بيانات محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه

محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه

القدرة : ٥,٥ ك وات	عدد الأقطاب : ٤
الطراز : ٢١٣٣	الموديل :
الإطار : ١٣٢٥	نظام الصنع : ٣٧
التردد : ٥٠ ذ/ث	التشغيل : مستمر
الجهد : ٣٨٠ فولت	العضو الدوار :
التيار : ١١,٥ أمبير	العزل : E
السرعة : ١٤٤٥	رقم رولمان البلى الأمامى ٦٣٠٧ ZZ
	رقم رولمان البلى الخلفى ٦٢٠٧ ZZ

رقم مسلسل : ٨٠٣٣٣٠٥

شركة فوجى الكهربائية .... اليابان

شكل (٢) لوحة بيانات محرك ثلاثى الأوجه باللغة العربية

3 PHASE INDUCTION MOTOR

OUTPUT 5.5 KW POLES 4

TYPE	MRA 2133A	MODEL	
FRAME	132S	RULE	JEC 37
Hz	50	RATING	CONT.
VOLT	380	ROTOR	
AMP	11.5	INSUL.	E
R.P.M.	1445	BRG.D.S.	6307 ZZ
		BRG.A.D.S.	6207 ZZ

SER. NO. A8033305 Y1

FUJI ELECTRIC CO.LTD. JAPAN

شكل (١) لوحة بيانات محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه

التمرين الثالث

الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت

لمحرك ثلاثى الأوجه

الغرض من التمرين :

١ - التدريب على إيجاد الخطوات الحسابية لإعادة لف ملفات العضو الثابت لمحرك ثلاثى الأوجه .

٢ - الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت .

خطوات العمل :

أولاً - الخطوات الحسابية لإعادة اللف :

١ - يتم تحديد عدد الأقطاب بمعلومية سرعة المجال الدائر والتردد (من واقع لوحة البيانات مع ملاحظة أن السرعة المدونة هى سرعة العضو الدائر) .

$$\text{عدد الأقطاب} = \frac{\text{التردد} \times ٢ \times ٦٠}{\text{السرعة}} \ \ldots\ldots\ldots\ldots \ \text{قطب .}$$

٢ - يتم تحديد عدد المجارى لكل قطب .

$$\text{عدد المجارى / قطب} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} \ \ldots\ldots\ldots \ \text{مجرى .}$$

٣ - يتم تحديد عدد المجارى لكل وجه

$$\text{عدد المجارى / وجه} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأوجه}} \ \ldots\ldots\ldots \ \text{مجرى .}$$

٤ - يتم تحديد عدد المجارى لكل وجه تحت كل قطب

$$\text{عدد المجارى / وجه / قطب} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}} = \text{........ مجرى .}$$

$$\text{٥ - يتم تحديد خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

(خطوة اللف تعنى عدد المجارى المحصورة بين المجرى التى بها جانب الملف والمجرى التى بها الجانب الآخر للملف وقد تكون خطوة كاملة أو خطوة قصيرة كما سيتضح من الأمثلة الموضحة بعد) .

٦ - عدد الملفات الكلية وهى تكون مساوية لنصف عدد المجارى فى حالة لف ذى جانب واحد بالمجرى . أو تكون مساوية لعدد المجارى فى حالة لف ذى جانبى ملف بكل مجرى . عدد الملفات لكل وجه = عدد الملفات الكلية ÷ عدد الأوجه .

٧ - عدد المجموعات المراد بالمجموعة هو عدد الملفات المتصلة معا بالتوالى :

(أ) عدد المجموعات فى حالة جانب ملف واحد بكل مجرى :

$$= \frac{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}{٢}$$

(ب) عدد المجموعات فى حالة جانبى ملف بكل مجرى :

= عدد الأقطاب × عدد الأوجه

٨ - عدد الملفات فى كل مجموعة

$$= \frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد المجموعات (حسب نوع اللف)}}$$

٩ - الدرجة الكهربائية

$$= \frac{\text{١٨٠} \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجارى}} \quad \text{........ درجة .}$$

١٠ - الزاوية الكهربائية

$$= \frac{\text{١٢٠}}{\text{الناتج من الدرجة الكهربائية}}$$

عدد المجارى بين كل بداية وجه وبداية الوجه التالى . أو بين نهاية كل وجه ونهاية الوجه التالى .

ثانيا - الرسم الانفرادى :

- سيتم فى التطبيقات التالية التدريب على رسم الرسم الانفرادى لأعضاء ثابتة لمحركات استنتاجية ثلاثية الأوجه مختلفة فى عدد الأقطاب - عدد المجارى .

- يرمز لبداية الوجه الأول بالحرف U ولنهايته بالحرف X .
- يرمز لبداية الوجه الثانى بالحرف V ولنهايته بالحرف Y .
- يرمز لبداية الوجه الثالث بالحرف W ولنهايته بالحرف Z .

تطبيقات على الرسم الانفرادى
لملفات العضو الثابت لمحرك
ثلاثى الأوجه

التطبيق الأول :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ١٢ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب - جانب ملف بكل مجرى .

والمطلوب :

١ - الخطوات الحسابية لإعادة اللف .

٢ - الرسم الانفرادى لملفات هذا العضو الثابت وذلك فى كل من الحالات الآتية :

(أ) لف متماثل خطوة كاملة .

(ب) لف متداخل .

(جـ) لف متماثل خطوة قصيرة .

أولاً - الخطوات الحسابية لإعادة اللف :

نظراً لأن اللف من النوع جانب ملف بكل مجرى فإن :

١ - عدد الملفات = $\frac{١}{٢}$ عدد المجارى = $\frac{١}{٢}$ × ١٢ = ٦ ملف .

٢ - عدد الملفات لكل وجه = $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{٦}{٣}$ = ٢ ملف .

٣ - عدد المجموعات = $\frac{\text{عدد الأقطاب × عدد الأوجه}}{٢} = \frac{٢ × ٣}{٢}$ = ٣ مجموعة .

٤ – عدد الملفات بكل مجموعة = $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد المجموعات}}$ = $\frac{٦}{٣}$ = ٢ ملف .

(ويطبق ذلك فى هذا التطبيق فى حالة الخطوة الكاملة فقط) .

٥ – عدد المجارى لكل قطب = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$ = $\frac{١٢}{٢}$ = ٦ مجرى .

٦ – عدد المجارى لكل وجه = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأوجه}}$ = $\frac{١٢}{٣}$ = ٤ مجرى .

٧ – عدد المجارى لكل وجه تحت كل قطب

= $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$ = $\frac{١٢}{٢ \times ٣}$ = ٢ مجرى .

٨ – خطوة اللف = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$ = $\frac{١٢}{٢}$ = ٦

وهى تتـوقف على نوع الخطوة هل هى خطوة كـاملة أم خطوة قـصـيـرة كـمـا سيتضح ذلك من الرسم الانفرادى المرفق .

٩ – الدرجة الكهربائية = $\frac{١٨٠ \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجارى}}$ = $\frac{١٨٠ \times ٢}{١٢}$ = ٣٠

١٠ – الزاوية الكهربائية = $\frac{١٢٠}{\text{الناتج من الدرجة الكهربائية}}$ = $\frac{١٢٠}{٣٠}$ = ٤

وهذا يعنى أن هنـاك ٤ مجـارى بين كل بدايـة وجه وبدايـة الوجه الذى يليـه – أو ٤ مجارى بين نهاية كل وجه ونهاية الرجه الذى يليه .

ثانيا - الرسم الانفرادى :

١ - يبين الشكل (١) انفراد لمجارى العضو الثابت ١٢ مجرى .

٢ - يبين الشكل (٢) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت لفا متماثلاً - خطوة كاملة .

خطوة اللف (١ - ٧) .

٣ - يبين الشكل (٣) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت لفا متداخلا .

خطوة اللف (١ - ٦ - ٨) .

٤ - يبين الشكل (٤) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت خطوة قصيرة .

(الخطوة القصيرة = $\frac{٥}{٦}$ الخطوة الكاملة) .

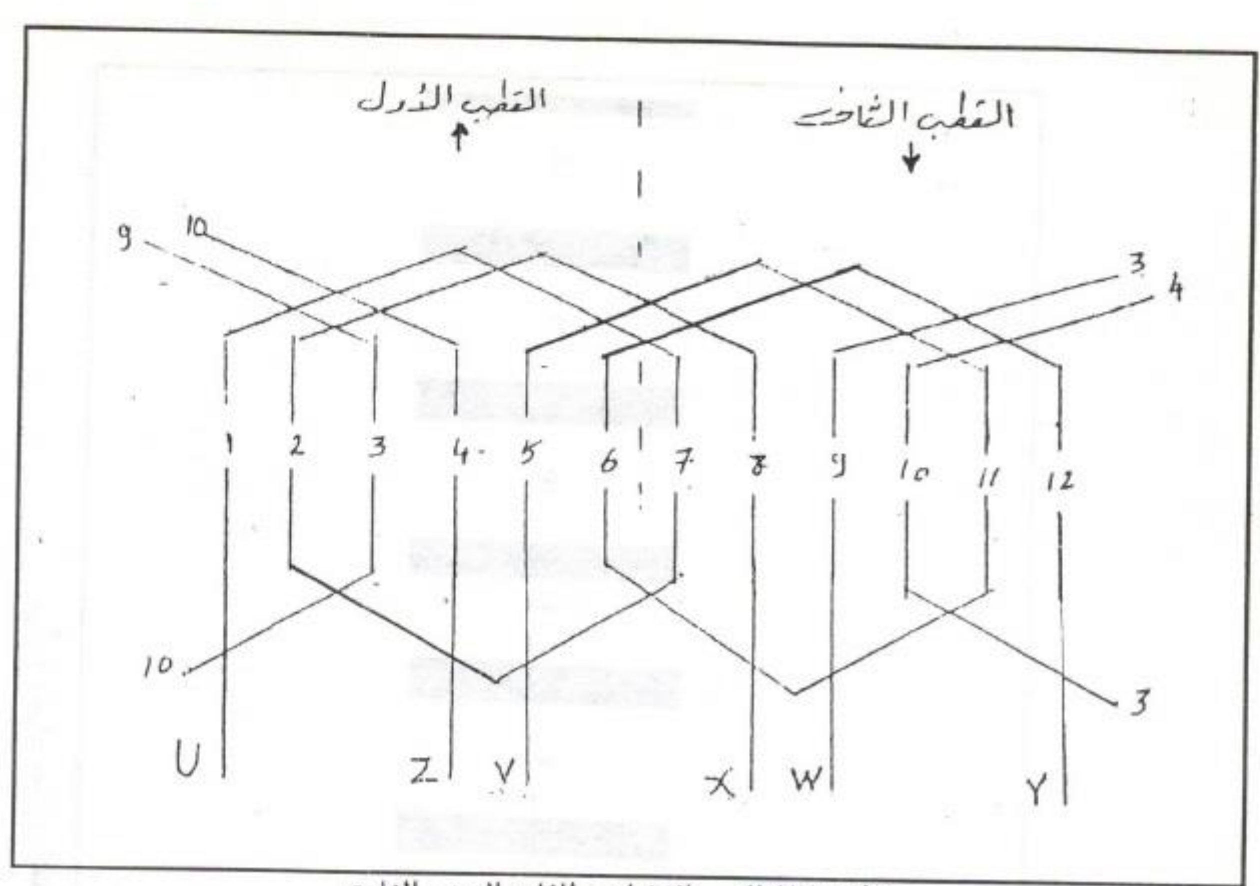
خطوة اللف (١ - ٦) .

٥ - يبين الشكل (٥) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت خطوة قصيرة .

خطوة اللف (١ - ٤) .

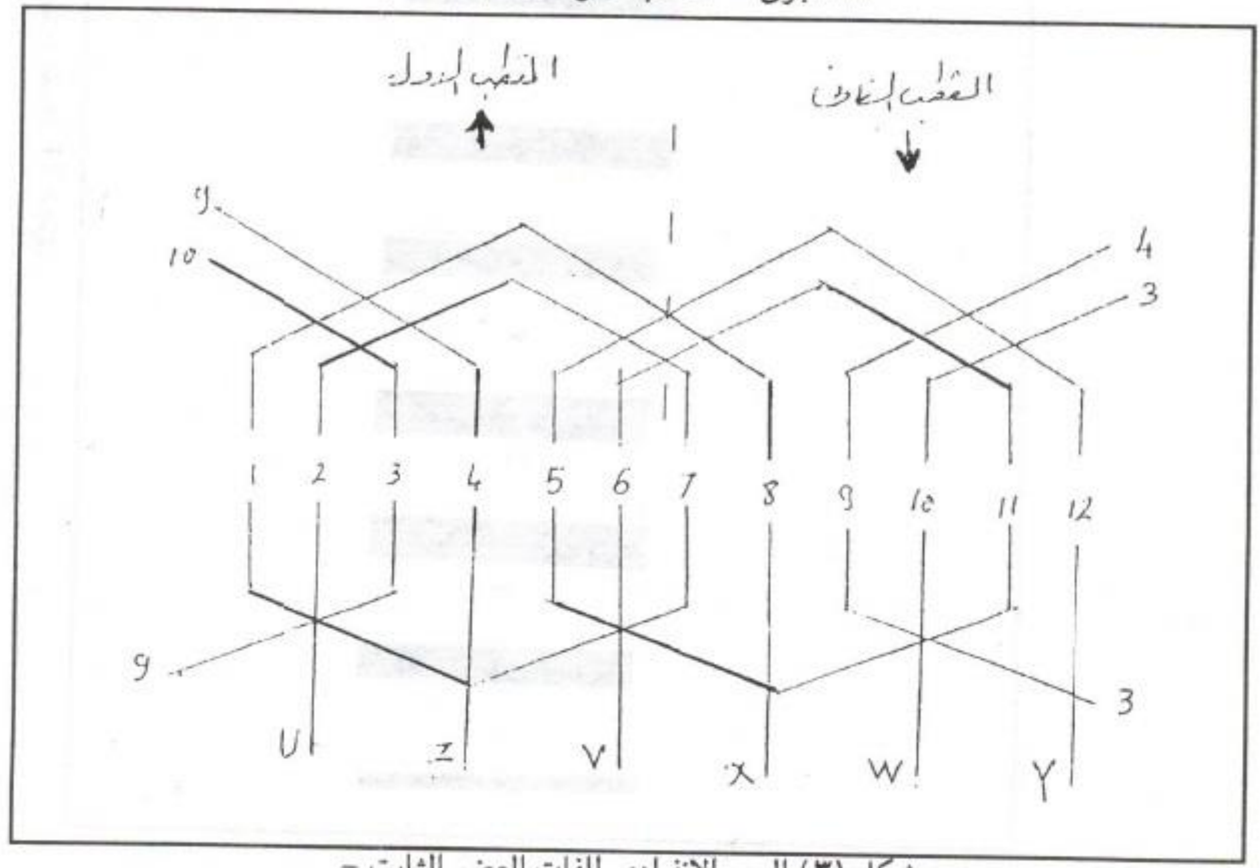
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

س ٨/١ انفراد مجارى العضو الثابت وعددها ١٢ مجرى



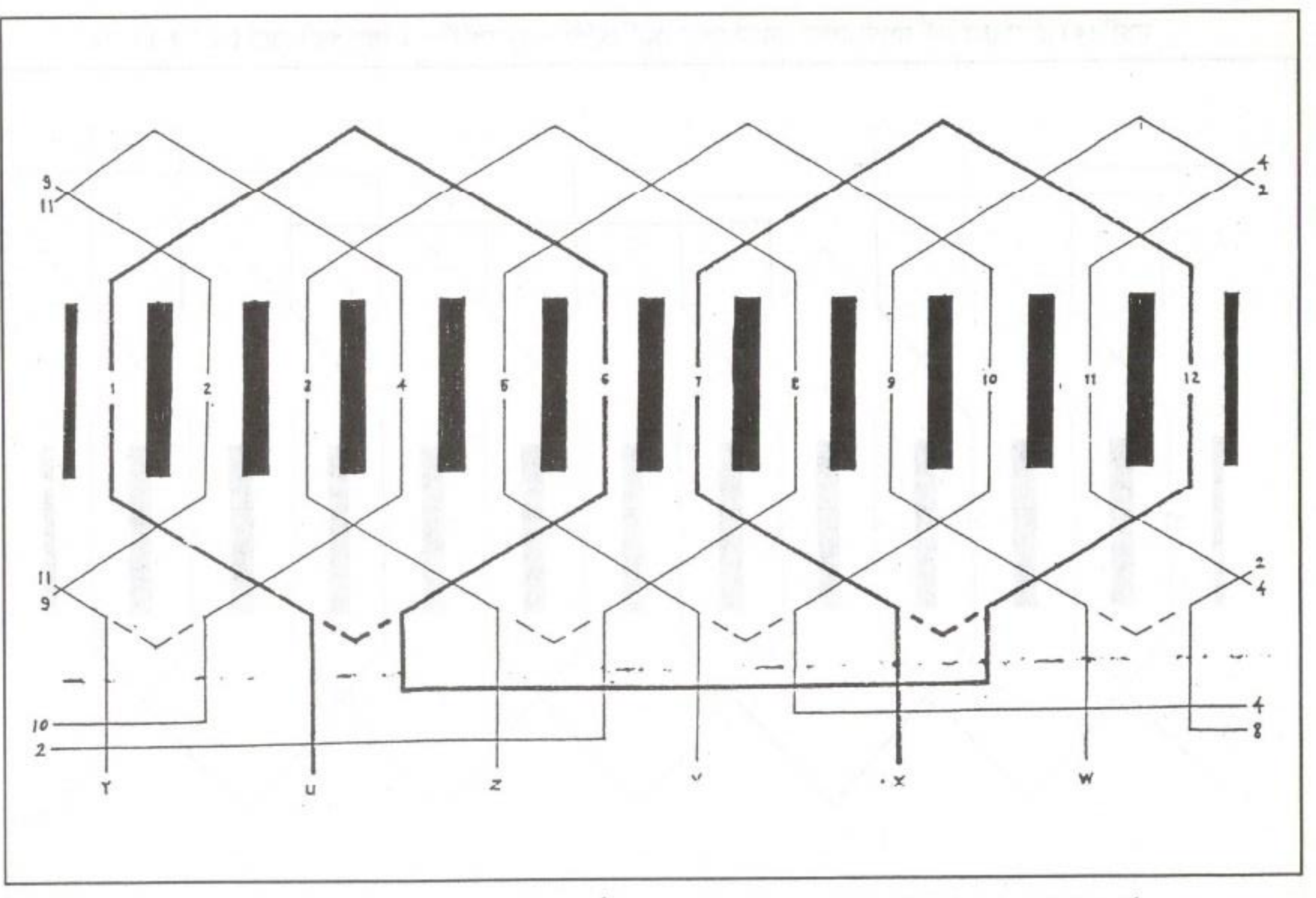
شكل (٢) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت

١٢ مجرى – ٢ قطب خطوة اللف (١ : ٧)

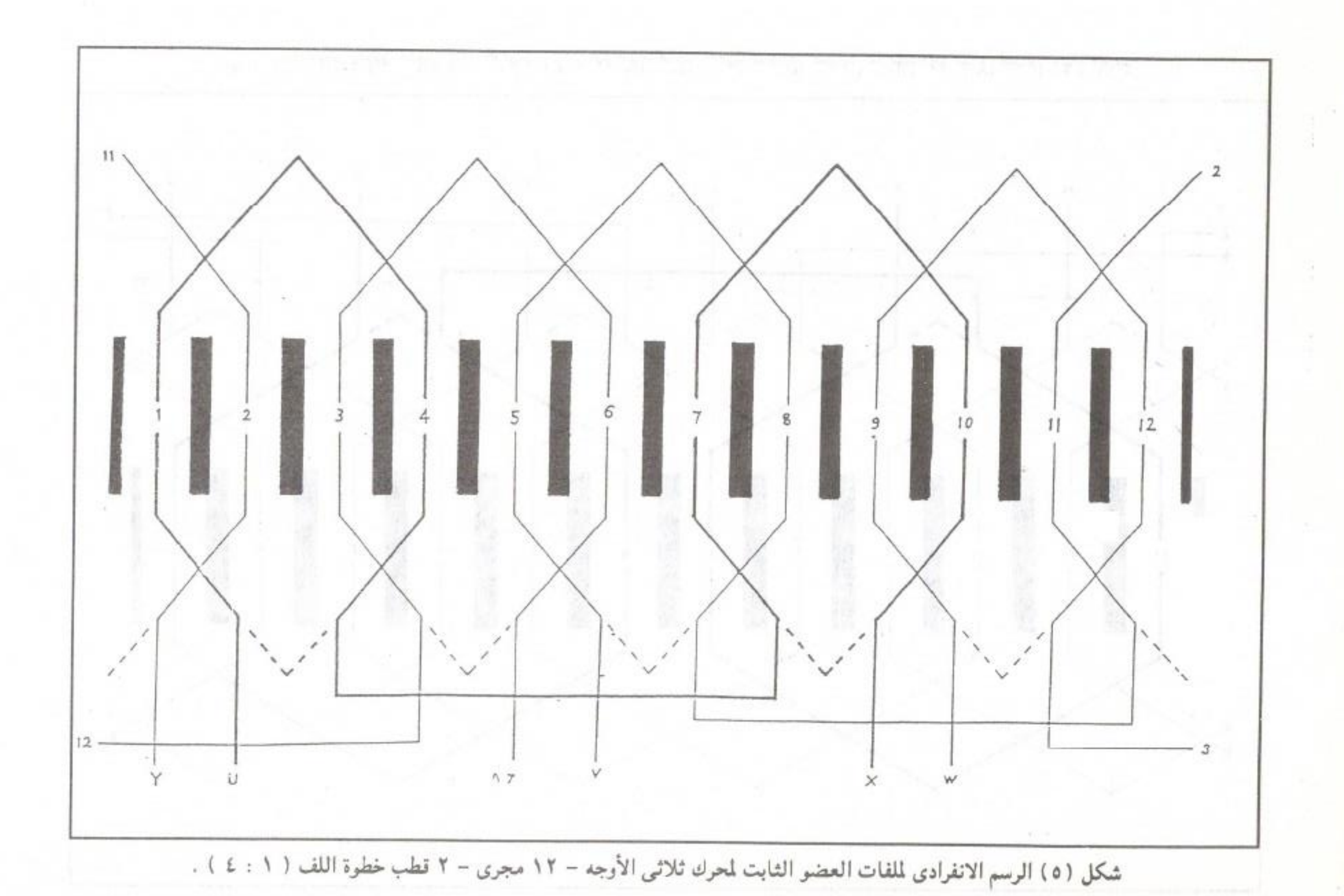


شكل (٣) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت –

١٢ مجرى – ٢ قطب خطوة اللف (١ – ٦ – ٨)



شكل (٤) الرسم الانفرادى للفات العضو الثابت لمحرك ثلاثى الأوجه - ١٢ مجرى - ٢ قطب خطوة اللف (١ : ٦) .



شكل (٥) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت لمحرك ثلاثى الأوجه - ١٢ مجرى - ٢ قطب خطوة اللف (١ : ٤) .

تطبيقات على الرسم الانفرادى

لملفات العضو الثابت لمحرك

ثلاثى الأوجه

التطبيق الثانى :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ١٨ - عدد الأقطاب ٢ قطب - جانب ملف بكل مجرى .

والمطلوب :

١ - الخطوات الحسابية لإعادة اللف .

٢ - الرسم الانفرادى لملفات هذا العضو .

وذلك فى كل من الحالات الآتية :

(أ) لف متماثل خطوة كاملة .

(ب) لف متداخل .

(جـ) لف متماثل خطوة قصيرة .

أولاً - الخطوات الحسابية لإعادة اللف :

نظرا لأن اللف من النوع جانب ملف بكل مجرى فإن :

١ - عدد الملفات = $\frac{١}{٢}$ عدد المجارى = $\frac{١}{٢}$ × ١٨ = ٩ ملف .

٢ - عدد الملفات لكل وجه = $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأوجه}}$ = $\frac{٩}{٣}$ = ٣ ملف .

٣ - عدد المجموعات = $\frac{\text{عدد الأقطاب × عدد الأوجه}}{٢}$ = $\frac{٢ × ٣}{٢}$ = ٣ مجموعة .

٤ - عدد الملفات بكل مجموعة = $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد المجموعات}}$ = $\frac{٩}{٣}$ = ٣ ملف .

٥ - عدد المجارى لكل قطب = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$ = $\frac{١٨}{٢}$ = ٩ مجرى .

٦ - عدد المجارى لكل وجه = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأوجه}}$ = $\frac{١٨}{٣}$ = ٦ مجرى .

٧ - عدد المجارى لكل وجه تحت كل قطب

= $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب × عدد الأوجه}}$ = $\frac{١٨}{٢ × ٣}$ = ٣ مجرى .

٨ - خطوة اللف = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$ = $\frac{١٨}{٢}$ = ٩ مجرى .

وهى تتوقف على نوع الخطوة كما سبق فى التطبيق السابق وكما سيتضح من الرسم الانفرادى لهذه الملفات .

٩ - الدرجة الكهربائية = $\frac{\text{١٨٠ × عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجارى}}$ = $\frac{١٨٠ × ٢}{١٨}$ = ٢٠°

١٠ - الزاوية الكهربائية = $\frac{١٢٠}{\text{الناتج من الدرجة الكهربائية}}$ = $\frac{١٢٠}{٢٠}$ = ٦

أى أن هناك ٦ مجارى بين كل بداية وبداية أو بين كل نهاية ونهاية .

ثانيا - الرسم الانفرادى :

١ - يبين الشكل (١) انفراد لمجارى العضو الثابت ١٨ مجرى .

٢ - يبين الشكل (٢) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت لفا متماثلاً - خطوة كاملة .

خطوة اللف (١ - ١٠) .

٣ - يبين الشكل (٣) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت لفا متداخلا .

خطوة اللف (١ - ٨ - ١٠ - ١٢) .

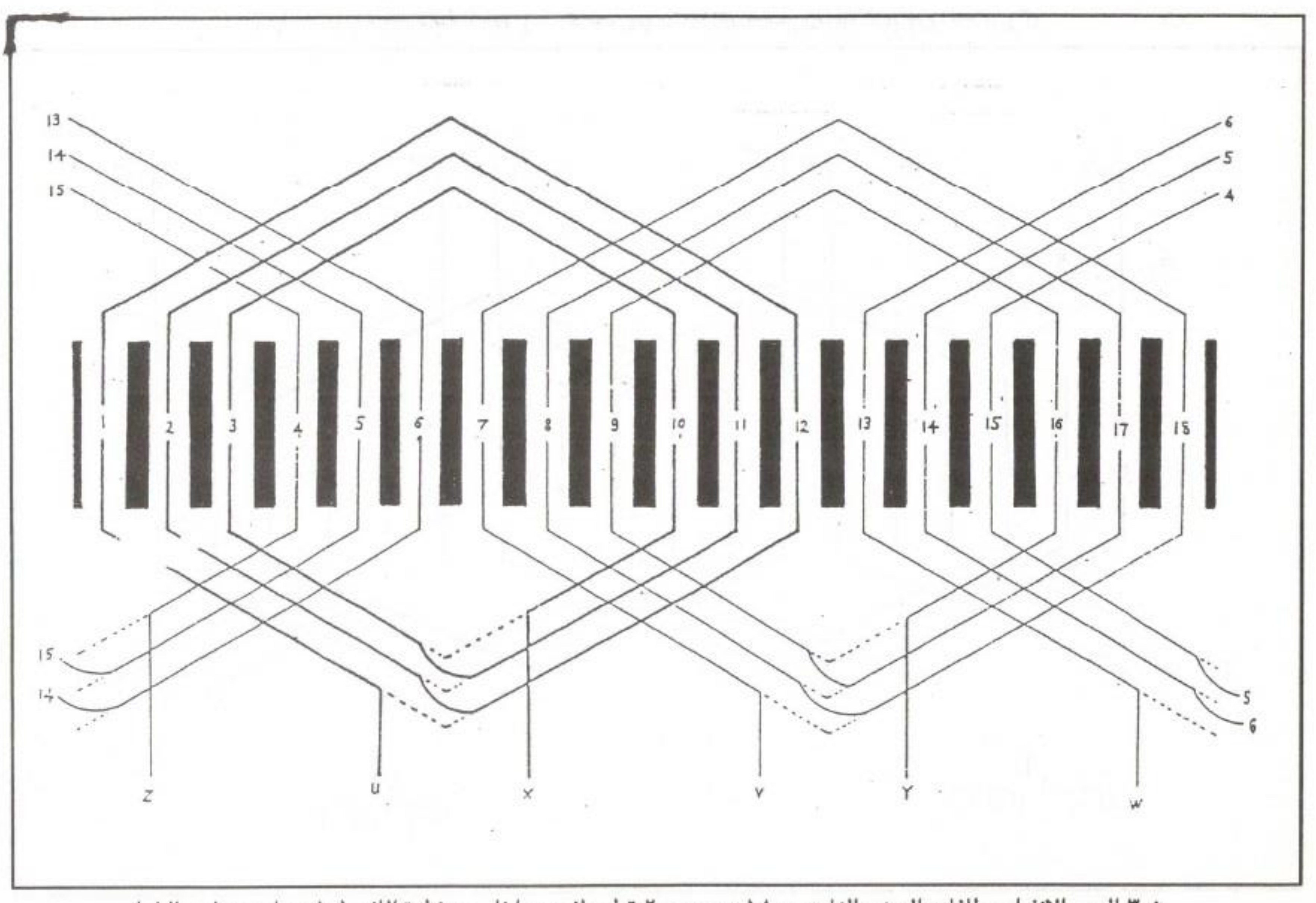
٤ - يبين الشكل (٤) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت لفا متداخلا مع تقسيم عدد الملفات الخاصة بالوجه الواحد .

خطوة اللف (١ - ٨ - ١٠) .

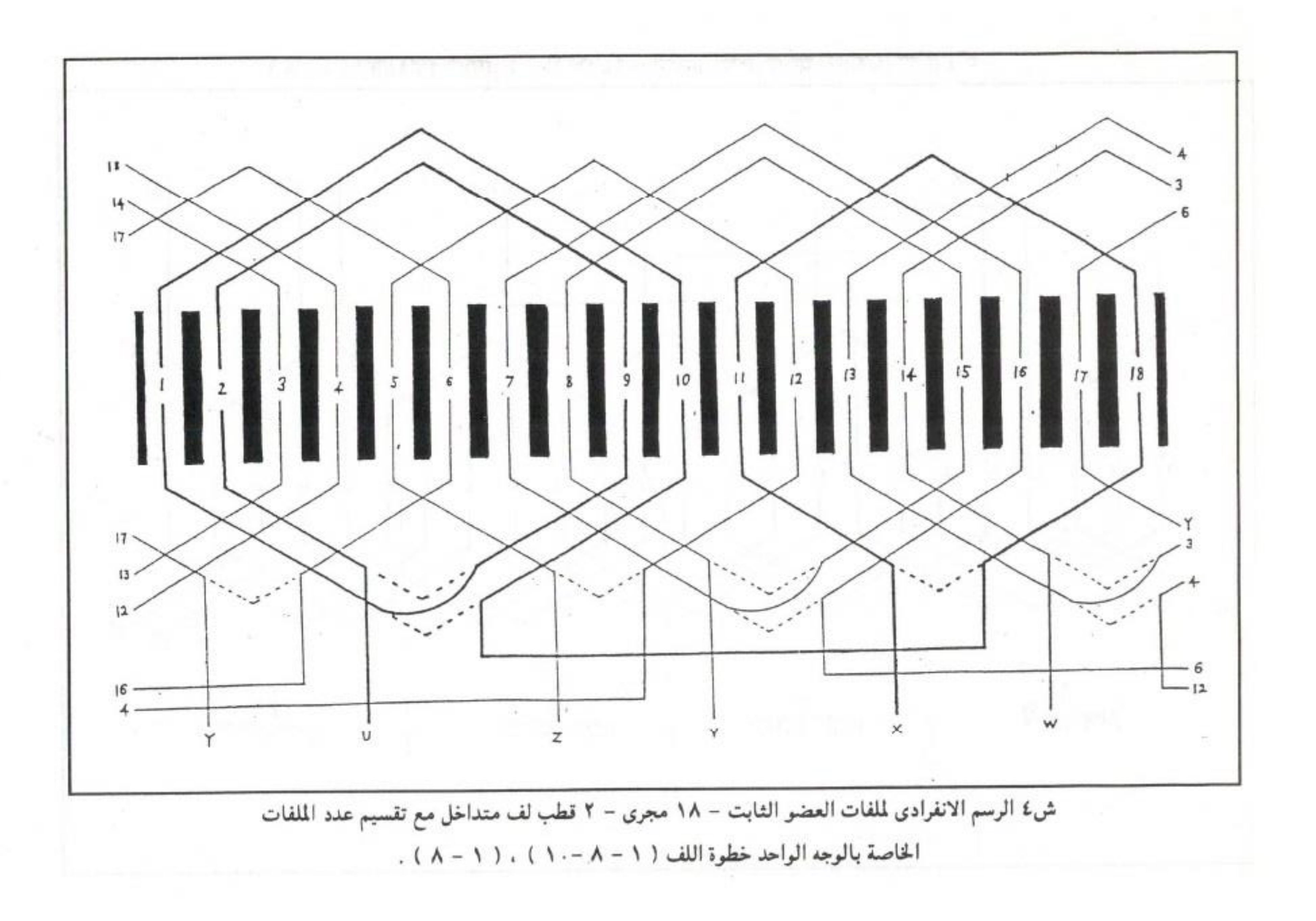
(١ - ٨) .

ش١ انفراد مجارى العضو الثابت ١٨ مجرى

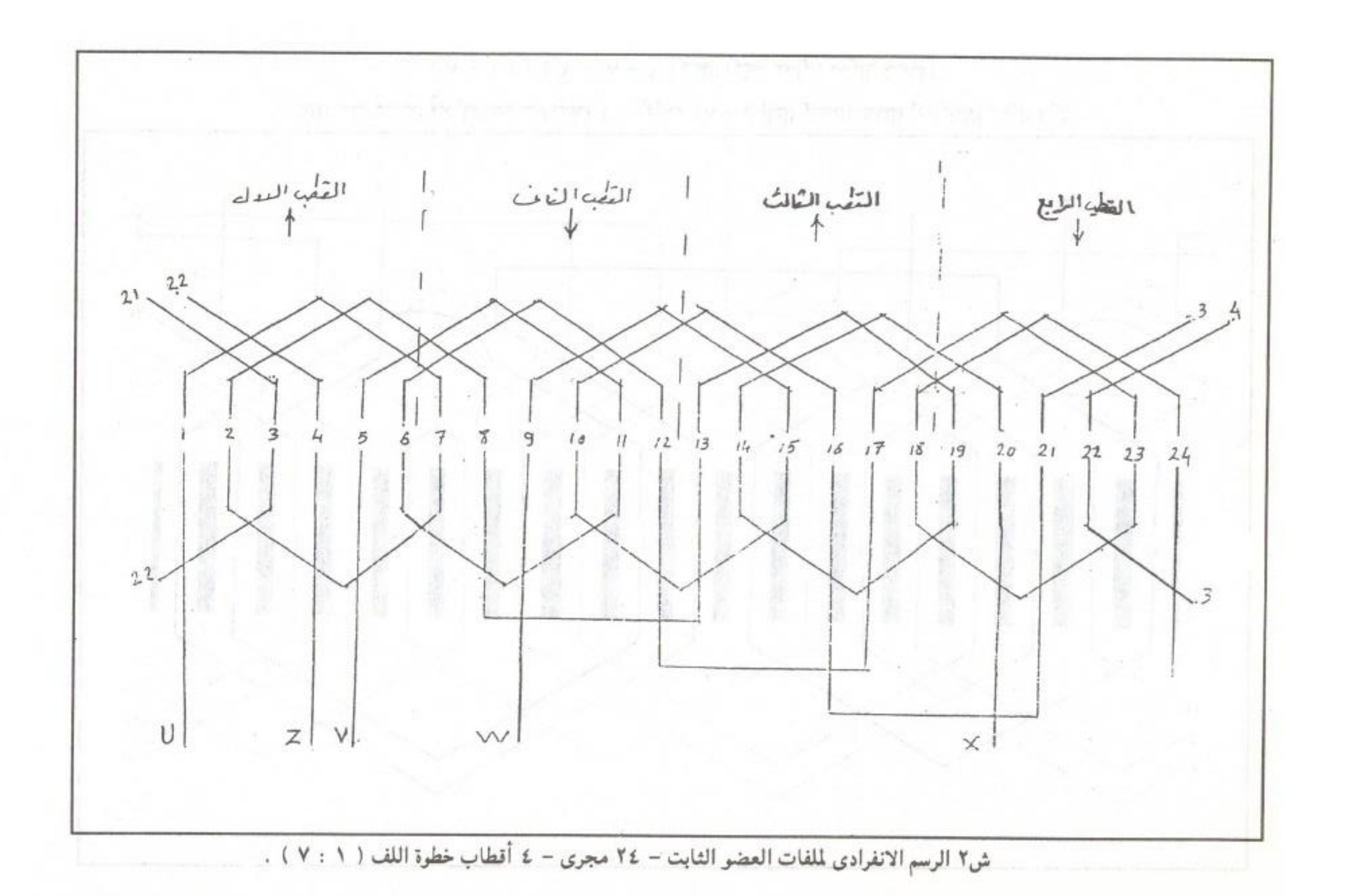
ش٢ الرسم الانفرادى للفات العضو الثابت – ١٨ مجرى – ٢ قطب خطوة اللف (١ : ١٠) .



ش٣ الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت - ١٨ مجرى - ٢ قطب لف متداخلى - خطوة اللف (١ - ٨ - ١٠ - ١٢) .



ش٤ الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت – ١٨ مجرى – ٢ قطب لف متداخل مع تقسيم عدد الملفات الخاصة بالوجه الواحد خطوة اللف (١ – ٨ – ١٠) ، (١ – ٨) .



ش٢ الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت – ٢٤ مجرى – ٤ أقطاب خطوة اللف (١ : ٧) .

تطبيقات على الرسم الانفرادى

لملفات العضو الثابت لمحرك

ثلاثى الأوجه

التطبيق الثالث :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٢٤ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب - جانب ملف بكل مجرى .

والمطلوب :

١ - الخطوات الحسابية لإعادة اللف .

٢ - الرسم الانفرادى لملفات هذا العضو .

وذلك فى كل من الحالات الآتية :

(أ) لف متماثل خطوة كاملة .

(ب) لف متداخل .

(جـ) لف خطوة قصيرة مع تقسيم عدد الملفات للوجه الواحد .

أولاً - الخطوات الحسابية لإعادة اللف :

نظراً لأن اللف من النوع جانب ملف بكل مجرى فإن :

١ - عدد الملفات = $\frac{١}{٢}$ عدد المجارى = $\frac{١}{٢}$ × ٢٤ = ١٢ ملف .

٢ - عدد الملفات لكل وجه = $\frac{\text{عدد الملفات}}{\text{عدد الأوجه}}$ = $\frac{١٢}{٣}$ = ٤ ملف .

٣ - عدد المجموعات = $\frac{\text{عدد الأقطاب × عدد الأوجه}}{\text{٢}} = \frac{\text{٤ × ٣}}{\text{٢}}$ = ٦ مجموعات .

٤ - عدد الملفات بكل مجموعة = $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد المجموعات}} = \frac{\text{١٢}}{\text{٦}}$ = ٢ ملف .

٥ - عدد المجارى لكل قطب = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{\text{٢٤}}{\text{٤}}$ = ٦ مجارى .

٦ - عدد المجارى لكل وجه = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{\text{٢٤}}{\text{٣}}$ = ٨ مجارى .

٧ - عدد المجارى لكل وجه تحت كل قطب

= $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب × عدد الأوجه}} = \frac{\text{٢٤}}{\text{٤ × ٣}}$ = ٢ مجارى .

٨ - خطوة اللف = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{\text{٢٤}}{\text{٤}}$ = ٦ مجارى .

وهى تتوقف على نوع خطوة اللف كما سبق بيانه .

٩ - الدرجة الكهربائية = $\frac{\text{١٨٠ × عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجارى}} = \frac{\text{١٨٠ × ٤}}{\text{٢٤}}$ = ٣٠

١٠ - الزاوية الكهربائية = $\frac{\text{١٢٠}}{\text{الناتج من الدرجة الكهربائية}} = \frac{\text{١٢٠}}{\text{٣٠}}$ = ٤

أى أن هناك ٤ مجرى بين كل بداية وبداية كل نهاية ونهاية .

ثانيًا - الرسم الانفرادى :

١ - يبين الشكل (١) انفراد لمجارى العضو الثابت ٢٤ مجرى .

٢ - يبين الشكل (٢) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت لفًا متماثلاً - خطوة كاملة .

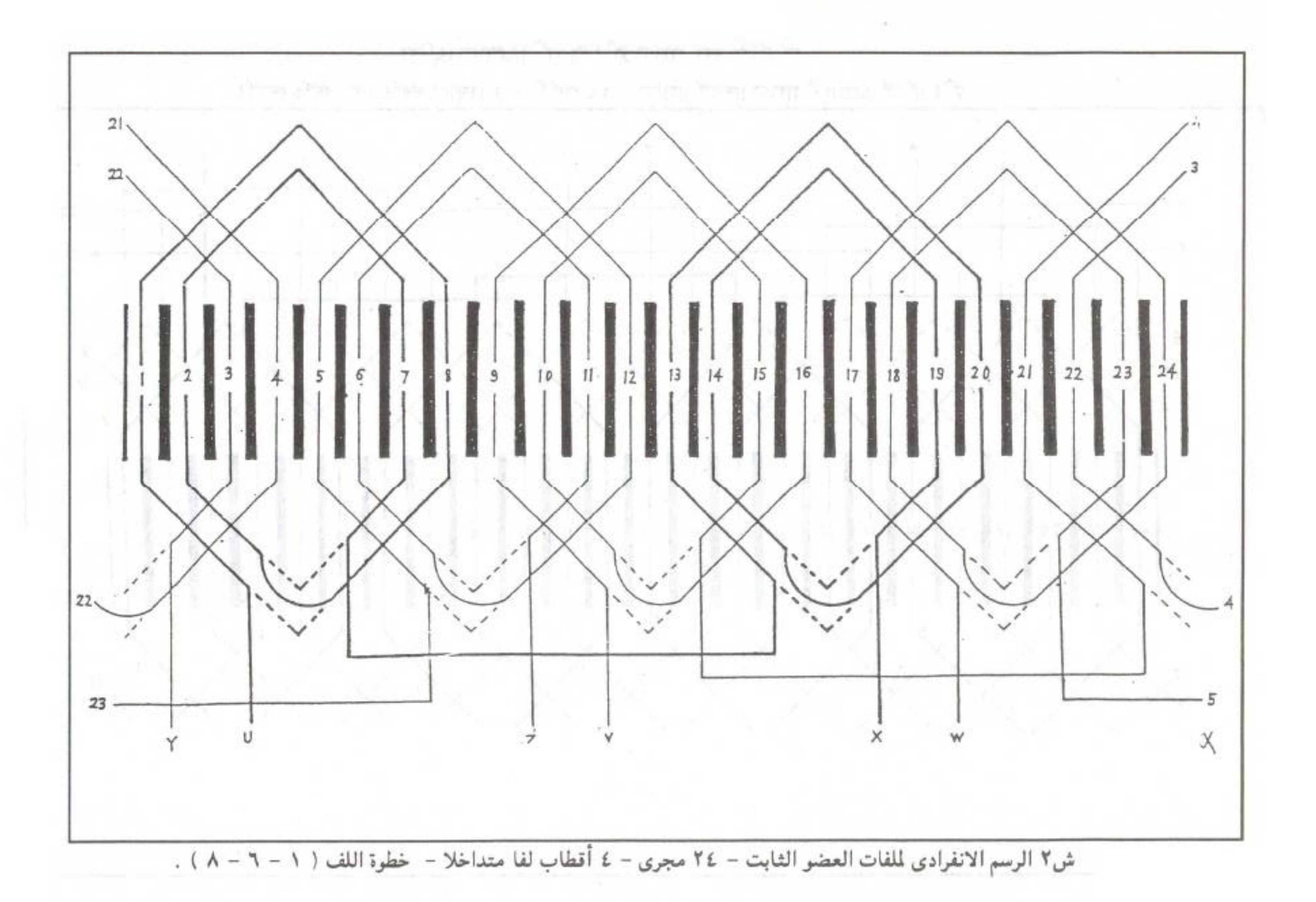
خطوة اللف (١ - ٧) .

٣ - يبين الشكل (٣) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت لفًا متداخلا .

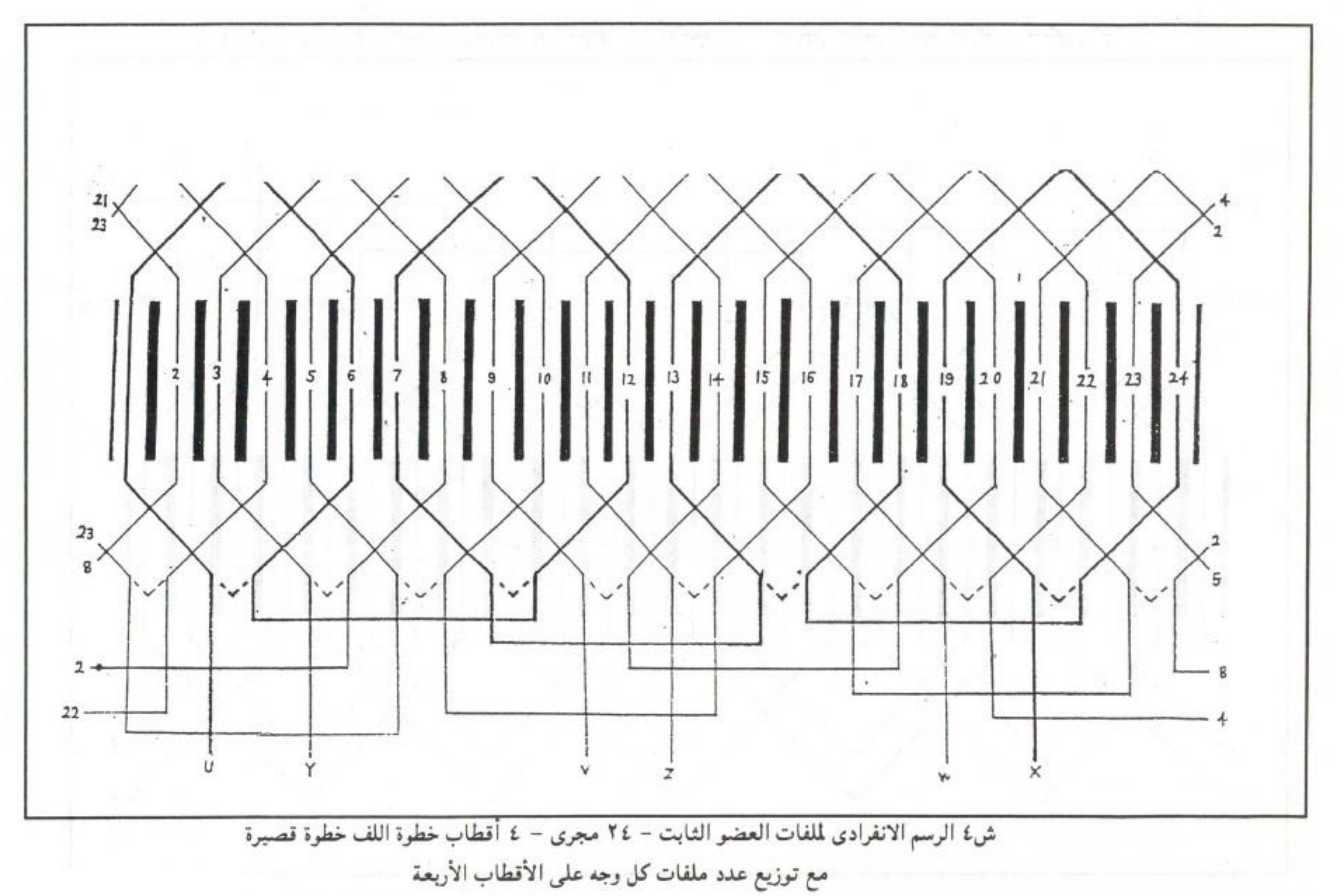
خطوة اللف (١ - ٦ - ٨) .

٤ - يبين الشكل (٤) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت خطوة قصيرة مع توزيع عدد الملفات الخاصة بكل وجه عى الأقطاب الأربعة .

ش١ انفراد لمجارى عضو ثابت - ٢٤ مجرى .



ش٢ الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت – ٢٤ مجرى – ٤ أقطاب لفا متداخلا – خطوة اللف (١ – ٦ – ٨) .



ش٤ الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت - ٢٤ مجرى - ٤ أقطاب خطوة اللف خطوة قصيرة
مع توزيع عدد ملفات كل وجه على الأقطاب الأربعة

تطبيقات على الرسم الانفرادى

لملفات العضو الثابت لمحرك

ثلاثى الأوجه

التطبيق الربع :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٢٤ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب - جانب ملف بكل مجرى شكل (١) .

التطبيق الخامس :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب - جانب ملف بكل مجرى شكل (٢) .

التطبيق السادس :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب - جانب ملف بكل مجرى شكل (٣) .

التطبيق السابع :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب - جانب ملف بكل مجرى شكل (٤) .

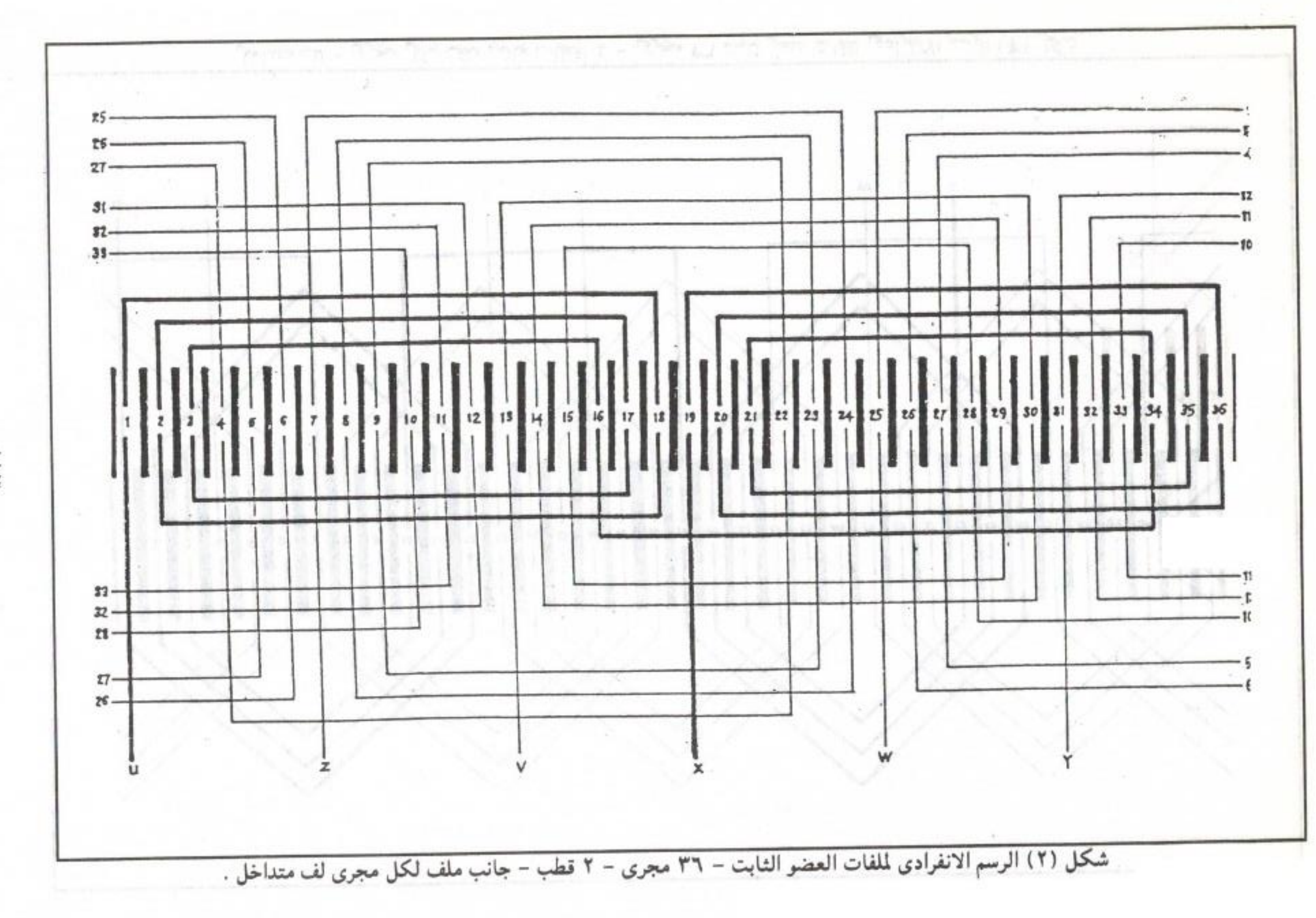
التطبيق الثامن :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٦ أقطاب - جانب ملف بكل مجرى شكل (٥) .

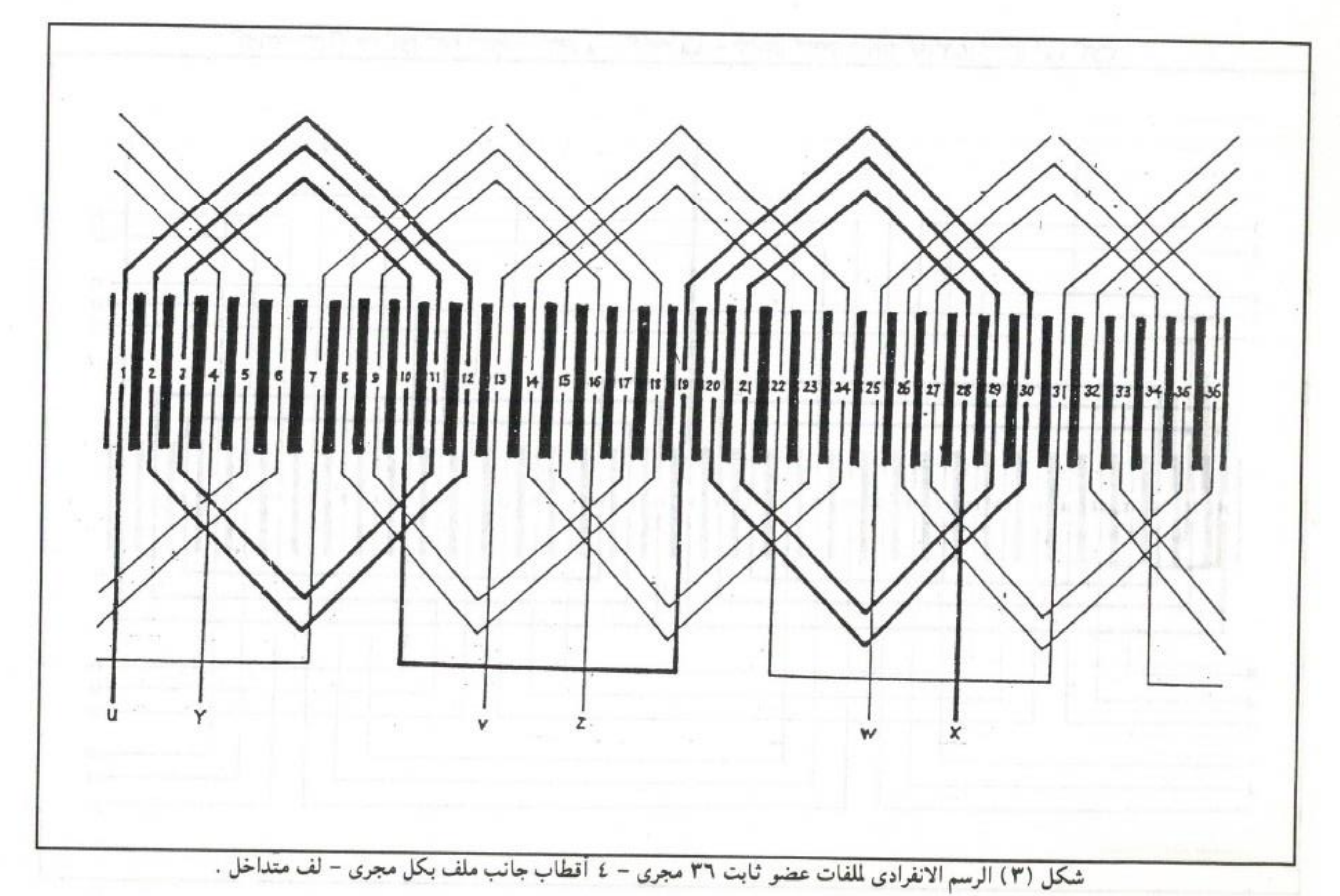
التطبيق التاسع :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٦ أقطاب - جانب ملف بكل مجرى شكل (٦) .

شكل (١) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت - ٢٤ مجرى - ٢ قطب - جانب ملف بكل مجرى لف متداخل .

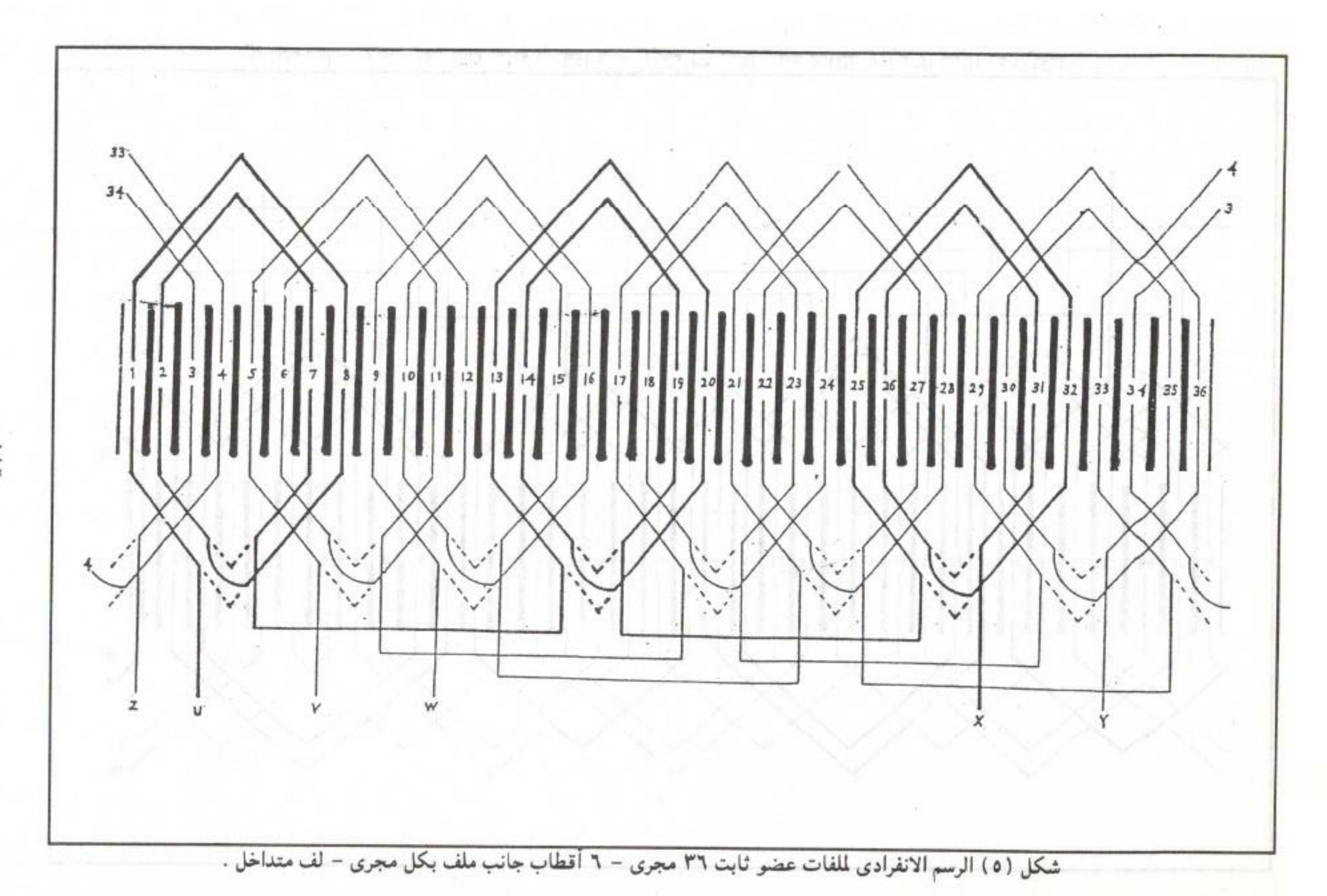


شكل (٢) الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت - ٣٦ مجرى - ٢ قطب - جانب ملف لكل مجرى لف متداخل .



شكل (٣) الرسم الانفرادى للملفات عضو ثابت ٣٦ مجرى - ٤ أقطاب جانب ملف بكل مجرى - لف متداخل .

شكل (٤) الرسم الانفرادى لملفات عضو ثابت ٣٦ مجرى - ٤ أقطاب جانب ملف بكل مجرى - لف متداخل .



شكل (٥) الرسم الانفرادى للملفات عضو ثابت ٣٦ مجرى – ٦ أقطاب جانب ملف بكل مجرى – لف متداخل .

شكل (٦) الرسم الانفرادى للملفات عضو ثابت ٣٦ مجرى - ٦ أقطاب جانب ملف بكل مجرى - لف متداخل .

تطبيقات على الرسم الانفرادى

لملفات العضو الثابت لمحرك

ثلاثى الأوجه

(جانبى ملفين بالمجرى)

التطبيق العاشر :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ١٢ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب - جانبين ملفين بكل مجرى .

والمطلوب :

١ - الخطوات الحسابية لإعادة اللف .

٢ - الرسم الانفرادى لملفات هذا المنتج وذلك فى كل من الحالات التالية :

(أ) لف متماثل خطوة كاملة .

(ب) لف متماثل خطوة قصيرة .

أولاً - الخطوات الحسابية لإعادة اللف :

نظراً لأن اللف من النوع جانبى ملفين بكل مجرى فإن :

١ - عدد الملفات = عدد المجارى = ١٢ ملف .

٢ - عدد الملفات لكل وجه = $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{١٢}{٣} = ٤$ ملف .

٣ - عدد المجموعات = عدد الأقطاب × عدد الأوجه

=٢ × ٣ = ٦ مجموعة .

٤ – عدد الملفات بكل مجموعة = $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد المجموعات}} = \frac{١٢}{٦} = ٢$ ملف .

٥ – عدد المجارى لكل قطب = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{١٢}{٢} = ٦$ مجرى .

٦ – عدد المجارى لكل وجه = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{١٢}{٣} = ٤$ مجرى .

٧ – عدد المجارى لكل وجه تحت كل قطب

$$= \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}} = \frac{١٢}{٣ \times ٢} = ٢ \text{ مجرى .}$$

٨ – خطوة اللف = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{١٢}{٢} = ٧$ مجرى .

وهى تتوقف على نوع الخطوة هل هى خطوة كاملة أم خطوة قصيرة .

كما سيتضح ذلك من الرسم الانفرادى المرفق .

٩ – الدرجة الكهربائية = $\frac{١٨٠ \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجارى}} = \frac{١٨٠ \times ٢}{١٢} = ٣٠$

١٠ – الزاوية الكهربائية = $\frac{١٢٠}{\text{الناتج من الدرجة الكهربائية}} = \frac{١٢٠}{٣٠} = ٤$ مجرى .

وهذا يعنى أن هناك ٤ مجـرى بـين كل بداية وجـه وبداية الوجـه الذى يليـة أو هناك ٤ مجرى بين نهاية كل وجه ونهاية الوجه الذى يليه .

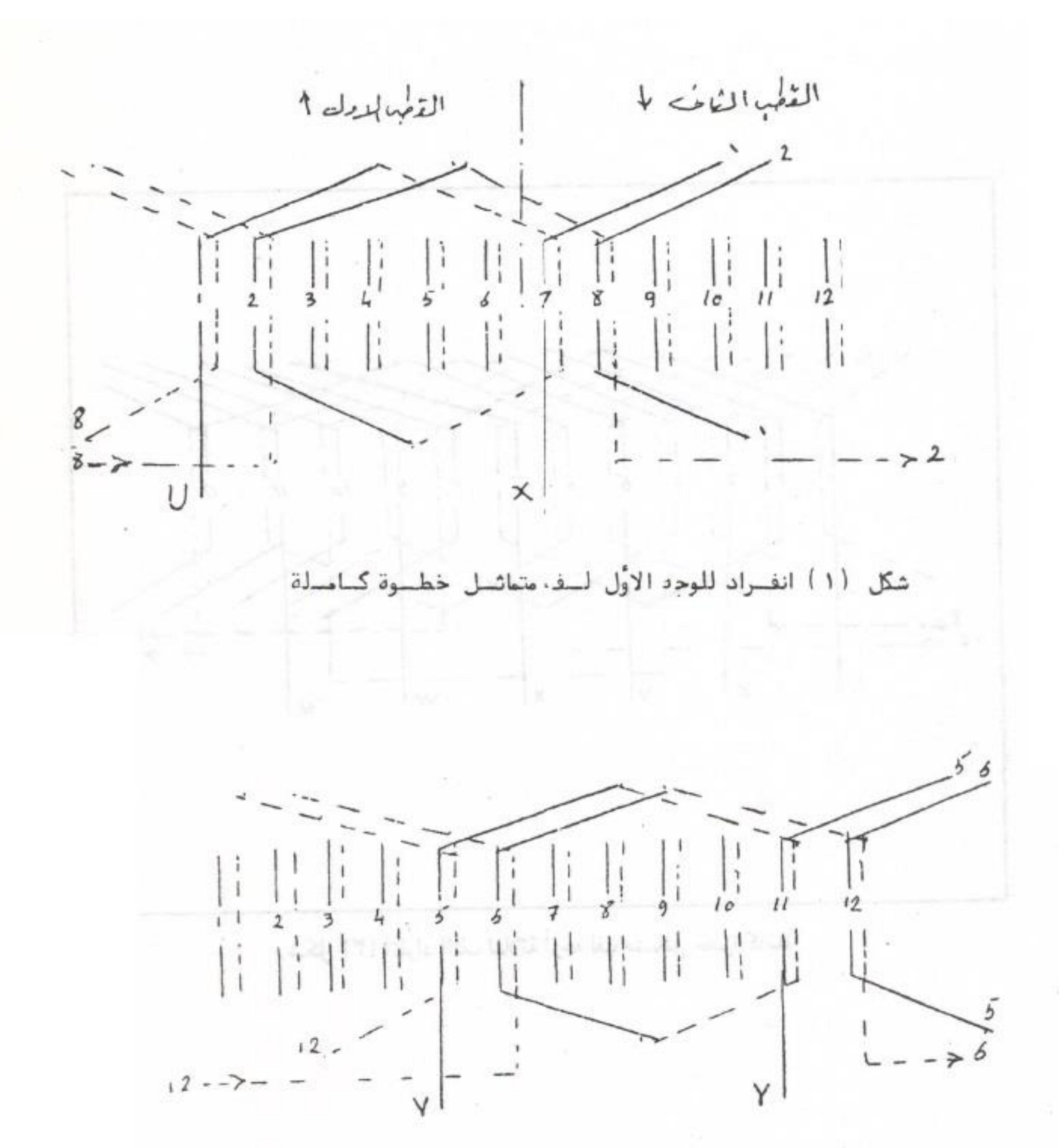
ثانيًا - الرسم الأنفرادى :

١ - يبين الشكل (١) انفراد اللف للوجه الأول لف متماثل خطوة كاملة .

٢ - يبين الشكل (٢) انفراد اللف للوجه الثانى لف متماثل خطوة كاملة .

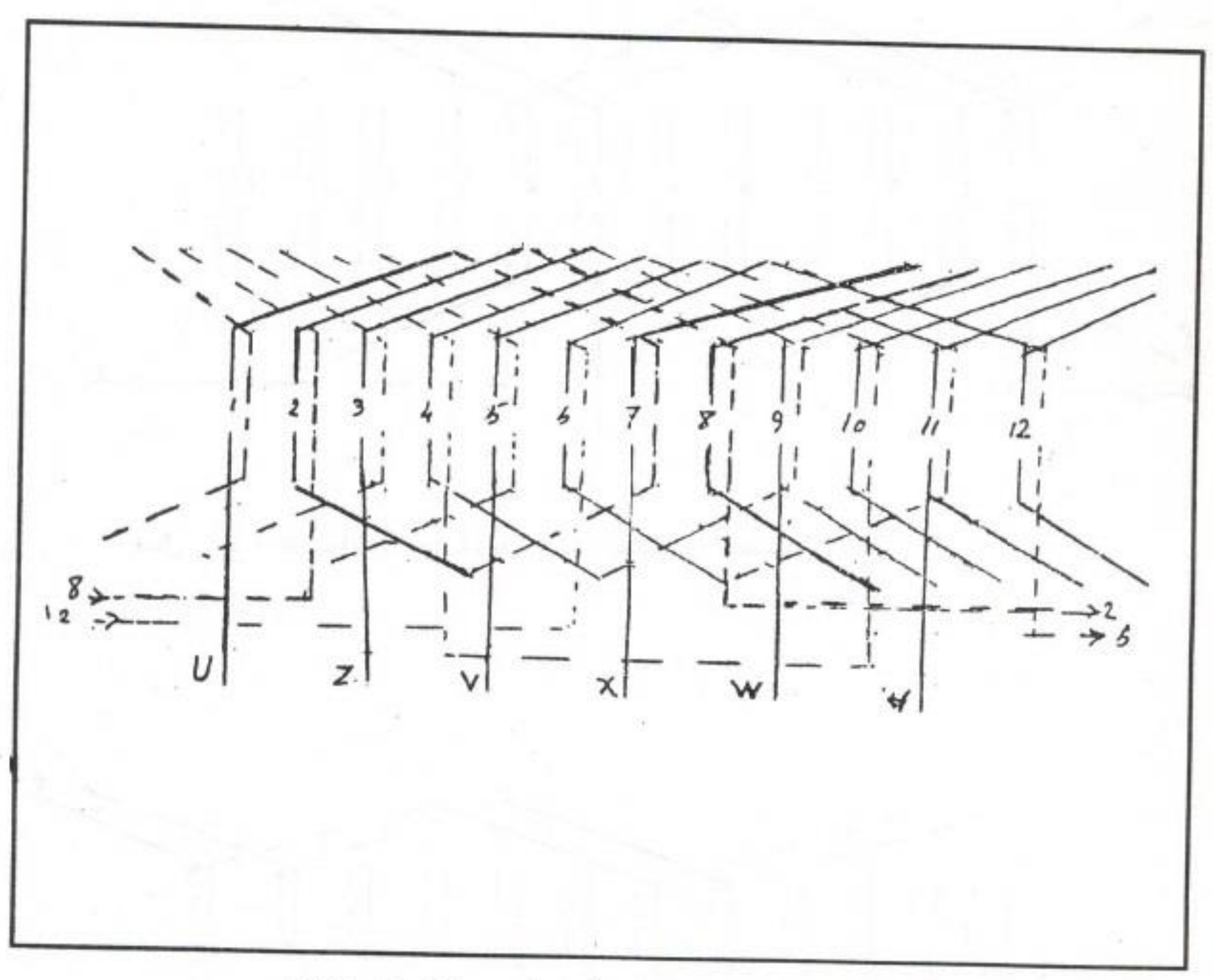
٣ - يبين الشكل (٣) انفراد اللف لثلاثة أوجه لف متماثل خطوة كاملة .

٤ - يبين الشكل (٤) انفراد اللف لثلاثة أوجه لف متماثل خطوة قصيرة .



شكل (١) انفراد للوجه الأول لف متماثل خطوة كاملة

شكل (٢) انفراد اللف للوجه الثانى لف متماثل خطوة كاملة



شكل (٣) انفراد اللف لثلاثة أوجه لف متماثل خطوة كاملة

شكل (٤) انفراد اللف لثلاثة أوجه ١٢ مجرى - ٢ قطب لف متماثل خطوة قصيرة .

تطبيقات على الرسم الانفرادى

لملفات العضو الثابت لمحرك

ثلاثى الأوجه

التطبيق الحادى عشر :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٢٤ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب - جانبى ملفين بكل مجرى شكل (١) .

التطبيق الثانى عشر :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٢٤ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب - جانبى ملفين بكل مجرى شكل (٢) .

التطبيق الثالث عشر :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب - جانبى ملفين بكل مجرى شكل (٣) .

التطبيق الرابع عشر :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب - جانبى ملفين بكل مجرى لف متداخل شكل (٤) .

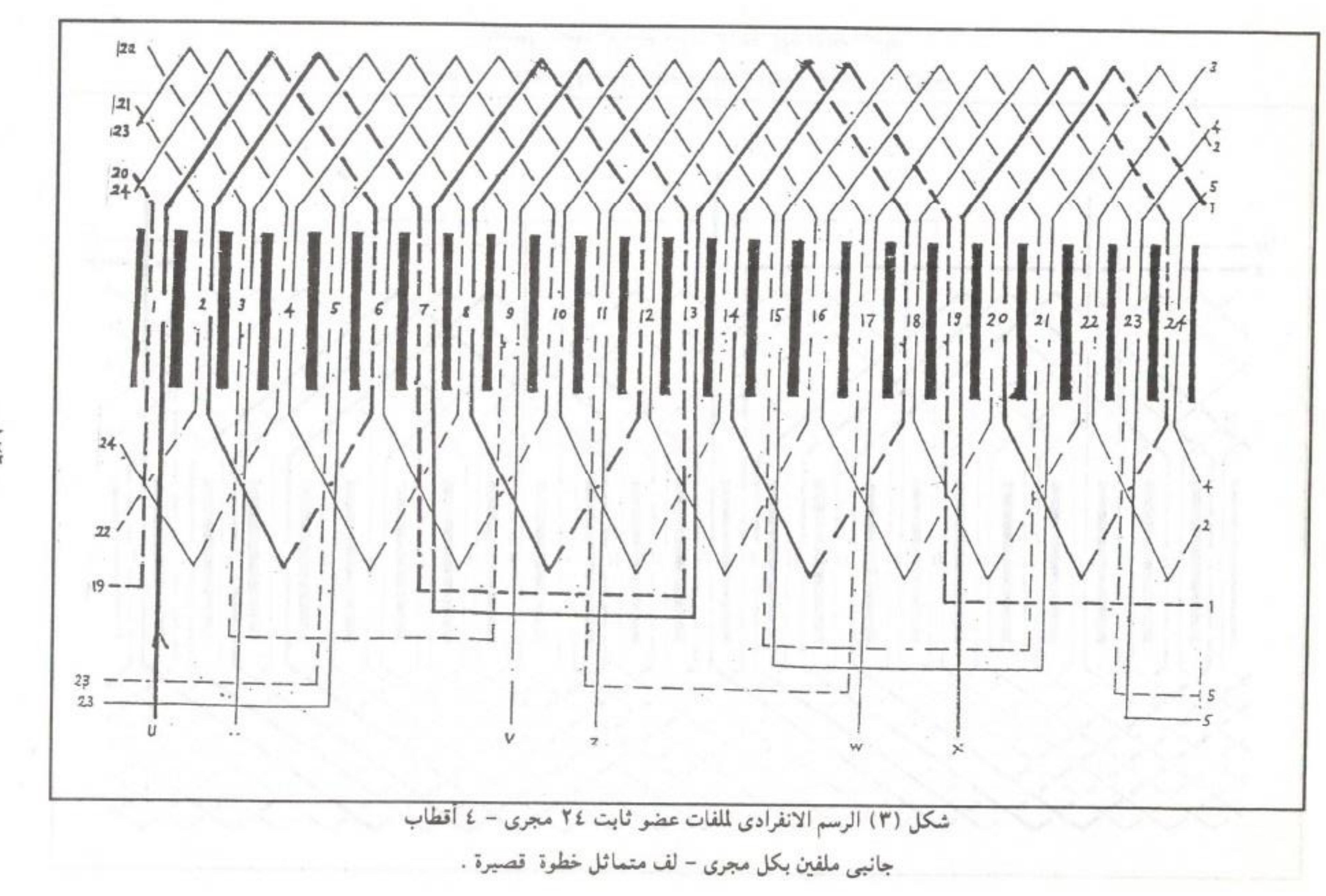
التطبيق الخامس عشر :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب - جانبى ملفين بكل مجرى شكل (٥) .

التطبيق السادس عشر :

عضو ثابت لمحرك تيار متردد ثلاثى الأوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٦ أقطاب - جانبى ملفين بكل مجرى شكل (٦) .

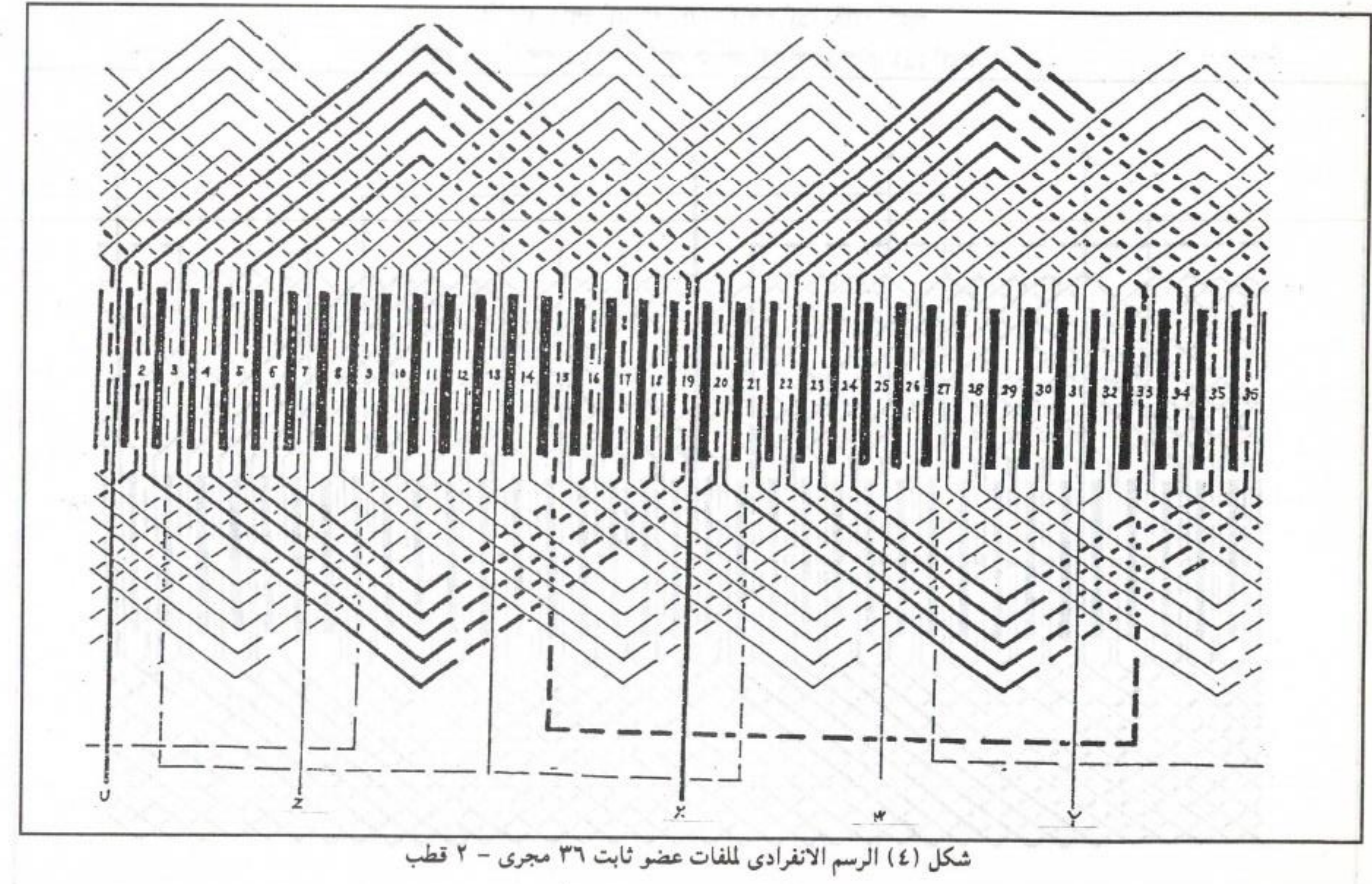
شكل (١) الرسم الانفرادى لملفات عضو ثابت ٢٤ مجرى - ٢ قطب
جانبى ملفين بكل مجرى - لف متماثل خطوة قصيرة .



شكل (٣) الرسم الانفرادى لملفات عضو ثابت ٢٤ مجرى - ٤ أقطاب
جانبى ملفين بكل مجرى - لف متماثل خطوة قصيرة .

U Z V X W Y

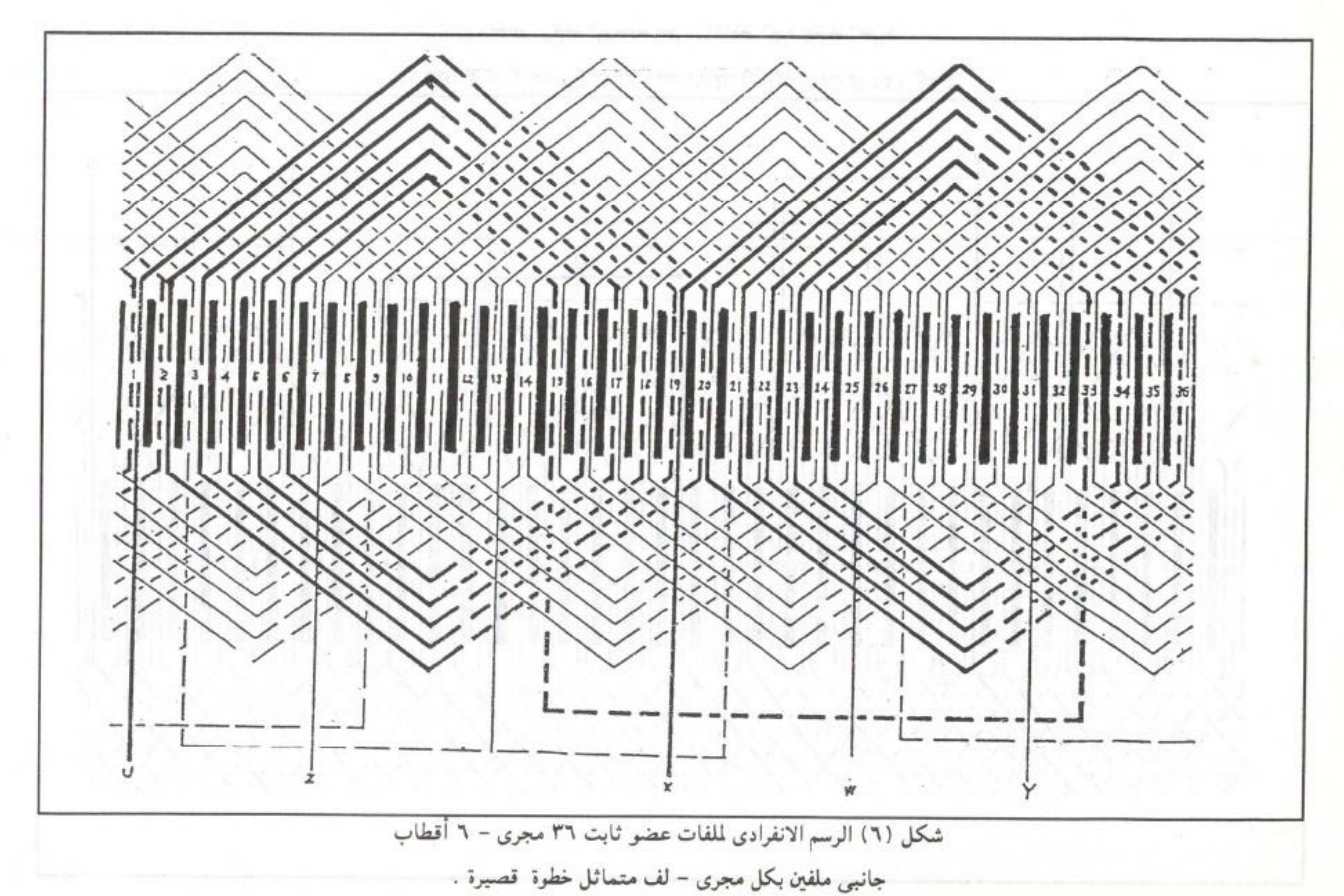
شكل (٣) الرسم الانفرادى لملفات عضو ثابت ٣٦ مجرى - ٢ قطب
جانبى ملفين بكل مجرى - لف متماثل خطوة قصيرة .



شكل (٤) الرسم الانفرادى لملفات عضو ثابت ٣٦ مجرى – ٢ قطب

جانبى ملفين بكل مجرى – لف متماثل خطوة قصيرة .

شكل (٥) الرسم الانفرادى للفات عضو ثابت ٣٦ مجرى - ٤ أقطاب
جانبى ملفين بكل مجرى - لف متماثل خطوة قصيرة .



شكل (٦) الرسم الانفرادى لملفات عضو ثابت ٣٦ مجرى – ٦ أقطاب

جانبى ملفين بكل مجرى – لف متماثل خطوة قصيرة .

التمرين الرابع

إعادة لف محركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه

(أ) القياس بالميكرومتر

الغرض من التمرين :

التدريب على استخدام الميكرومتر فى قياس قطر الأسلاك .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض الميكرومتر على المتدربين والتعرف على مكوناته .

٢ - عرض وسائل إيضاح " لوح ورقية " لتوضيح مكونات الميكرومتر شكل (١) .

٣ - إيضاح كيفية استخدام الميكرومتر فى قياس قطر الأسلاك وذلك أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستعملة :

١ - ميكرومتر خارجى (مدى القياس ٢٥ مم والدقة ± ١٠,٠مم .

٢ - أسلاك بوبيناج مختلفة الأقطار .

٣ - افتح الميكرومتر فتحة تزيد قليلا من البعد المراد قياسه وضع السلك بين فكيه واجعل وجهى السندان والعمود متلامسين لمحيط السلك عند ضغط القياس .

٤ - تأكد من حدوث التماس عند قراءة المقاس ثم لف حلقة الزنق (أو الصامولة الزنق) بعد الانتهاء من القياس لمنع تغيير القراءة .

٥ - ابحث عن البعد بالملليمترات الصحيحة (الكاملة) فى الصف الذى يعلو خط التقسيم على سطح الأنبوبة .

٦ - أضف نصف المليمتر المعين على الصف الأسفل لخط التقسيم إذا انطبقت حافة الجلبة عليه وظهر صفر تدريج الجلبة منطبقا على خط التقسيم (أى أمامه) .

٧ - ابحث عن رقم الخط على تدريج الجلبة الذى يواجه خط التقسيم ثم أضف قيمته إلى قراءة تدريج الأنبوبة شكل (٣) .

(تدريج الجلبة يمثل الكسر المئوى فى المقاس) .

٨ - إذا لم يواجه أى خط على تدريج الجلبة خط التقسيم وواجه خط التقسيم نقطة بين خطين على التدريج متتالين فيمكنك تغيير مقدار هذا الجزء وإضافته كرقم ثالث إلى الكسر المئوى (من الف) .

خطوات العمل :

(أ) إعداد الميكرومتر للقياس :

١ - نظف سطحى القياس فى الميكرومتر بأن تطبق وجه العمود على وجه السندان وبينهما قطعة من الورق النظيف ثم اسحب الورقة بخفة وأنفخ ما تبقى من ألياف الورقة على السطحين .

٢ - افحص دقة الميكرومتر واضبط قراءاته فإذا وجدت أنه غير مضبوط فك الصامولة التى تربط الحلبة مع العمود بمفتاح الميكرومتر وحرك الجلبة قليلا حتى ينطبق صفر تدرجها على صفر تدريج الأنبوبة .

٣ - لف العمود عندما يراد تحريكه لمسافة طويلة بمسك الإطار بإحدى اليدين ثم لف الجلبة على راحة اليد الأخرى .

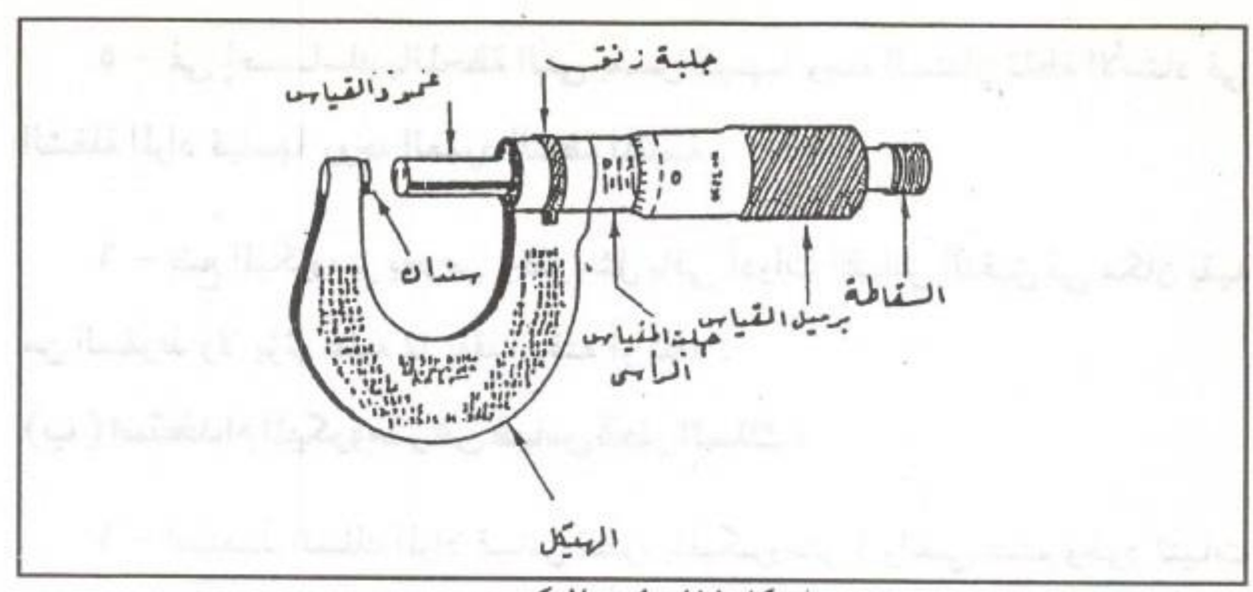
٤ - لف الجلبة دائما أثناء القياس عن طريق السقاطة لضمان ثبات الضغط على عمود القياس والحصول على قراءات متساوية للمقاسات المتساوية .

٥ - نمى إحساسك باللحظة التى يلمس فيها وجه السندان نقطة الأسناد فى الشغلة المراد قياسها ووجه العمود النقطة المقاسة .

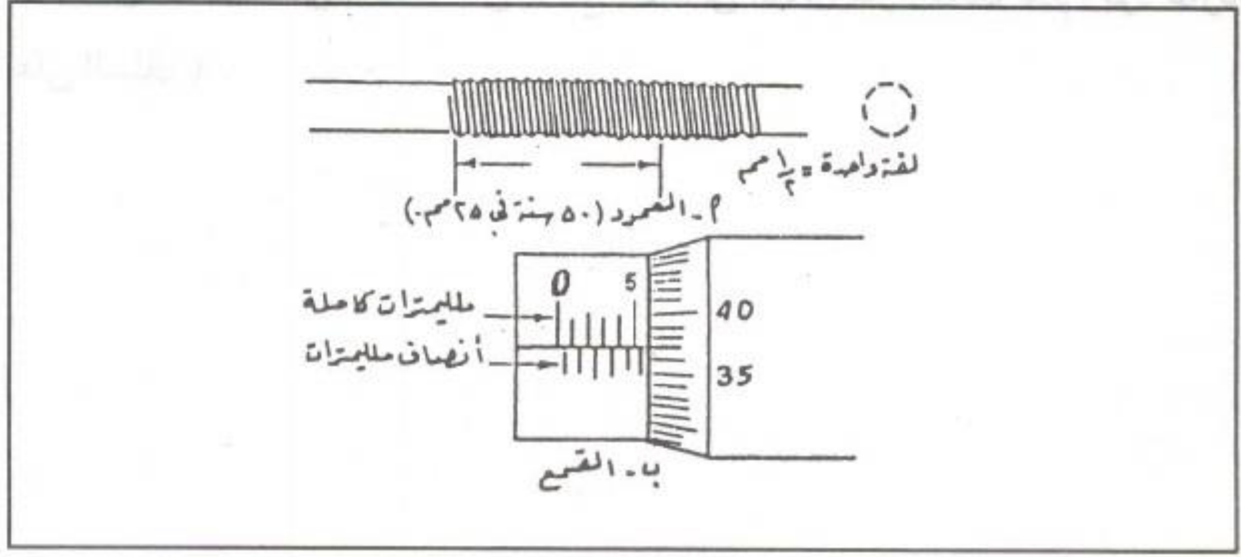
٦ - ضع الميكرومتر بحرص وحذر مثل باقى أدوات القياس الدقيق فى مكان يقيه من السقوط ولا يؤثر عليه بما يفقده دقته أو تلفه .

(ب) استخدام الميكرومتر فى قياس قطر السلك :

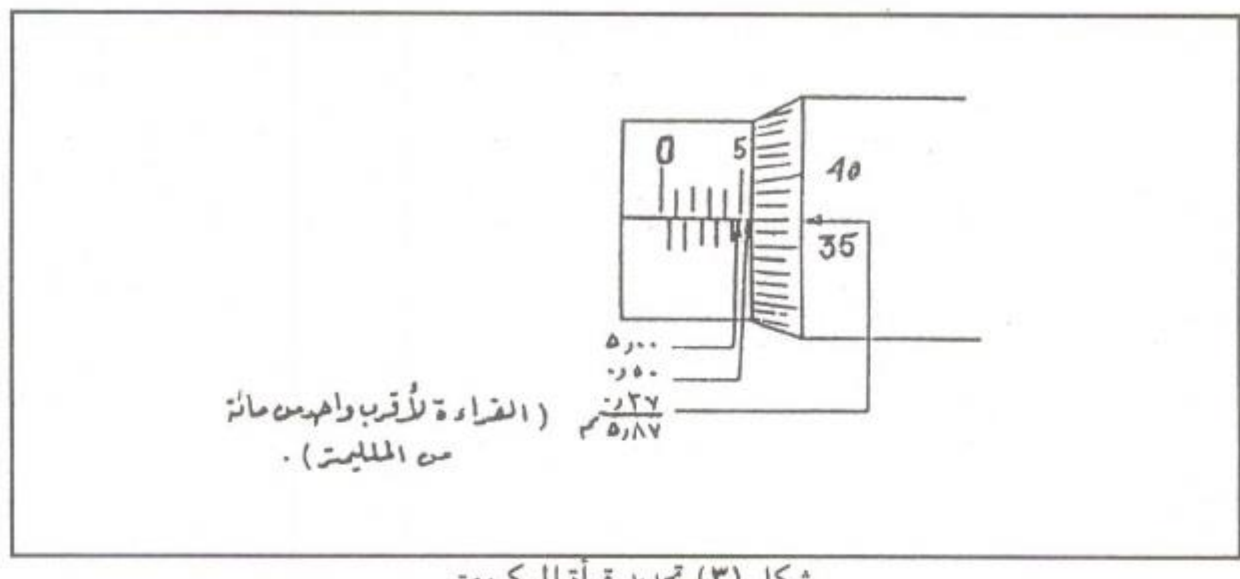
١ - استعدل السلك المراد قياس قطره بالميكرومتر (راعى عدم وجود ثنيات أو أماكن مضغوطة فى المنطقة التى توضع بين فكى الميكرومتر وكذلك عدم وجود عازل على السلك) .



شكل (١) تركيب الميكرومتر



شكل (٢) إيضاح حركة الميكرومتر



شكل (٣) تحديد قرأة الميكرومتر

التمرين الخامس

إعادة لف محركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه

الغرض من التمرين :

التدريب على إعادة لف المحركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه جانب ملف بكل مجرى .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض للمحركات الاستنتاجية المطلوب إعادة لفها .

٢ - عرض للماكينات والأدوات والمعدات اللازمة لإعادة اللف .

٣ - عرض الخامات اللازمة لإعادة اللف وبيان كيفية اختيار المناسب منها .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك ثلاثى أوجه يراد إعادة لفه .

- طقم مفاتيح بلدى - دقماق خشبى - جاكوش - أجنة - سلاح منشار يدوى .

- شريط قماش قطنى - مكرونة عازلة (قطرها يتناسب مع السلك المستخدم برسبان - فبر) شريط لاصق .

- سلك بوبيناج معزول بالورنيش .

- ماكينة لف المحركات .

- ورنيش عازل .

- فرن تحميص .

خطوات العمل :

١ - خطط جدول لتسجيل المعلومات الخارجية وكذلك المعلومات الداخلية للمحرك كالمبين بالشكل (١) .

٢ - سجل بيانات لوحة البيانات الخارجية للمحرك فى الجزء الأعلى من الجدول السابق .

٣ - فك المحرك المطلوب إعادة لفه كما سبق التدريب على ذلك .

٤ - سجل بيانات المحرك الداخلية (بيانات العضو الثابت وملفاته) وذلك فى الجزء الأسفل من الجدول السابق ثم قم بالرسم الانفرادى للملفات المحرك استرشاداً بالخطوات الحسابية لإعادة اللف .

٥ - ارفع الملفات القديمة وذلك بأتباع الخطوات التالية :

(أ) انزع خوابير المجارى وذلك باستخدام سلاح منشار يدوى قديم شكل (٢) .

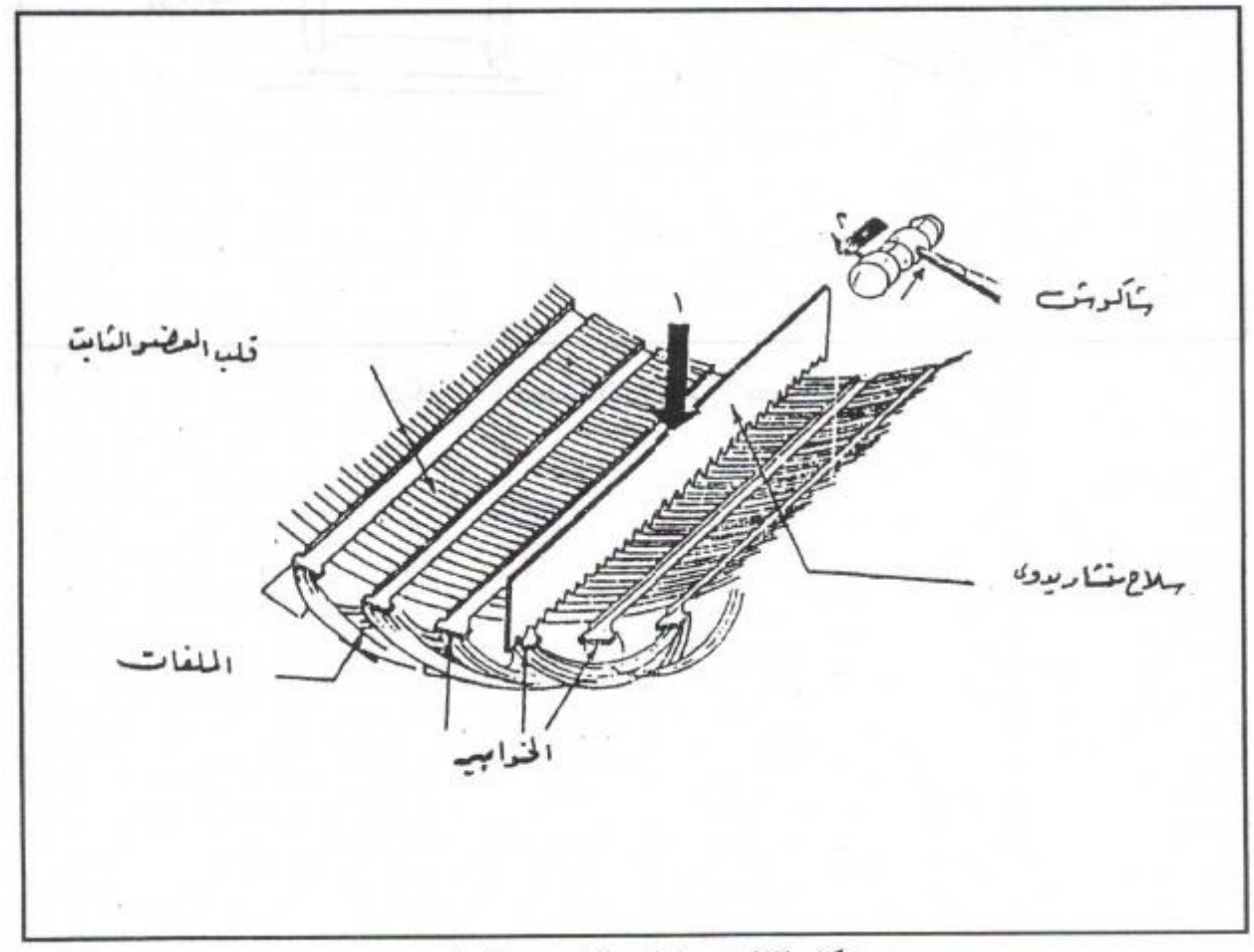
(ب) قم بتليين أو تفحيم الورنيش العازل وذلك بوضع العضو الثابت فى فرن درجة حرارته ٢٠٠ درجة مئوية تقريبا ولمدة ساعتين مع أن بعض المحركات الكبيرة لا تحتاج إلى تليين الورنيش .

(جـ) قم بقياس الحيز الجانبى للملفات (المسافة التى تبعد بها الأقواس الخارجية للملفات عن جسم العضو الثابت) .

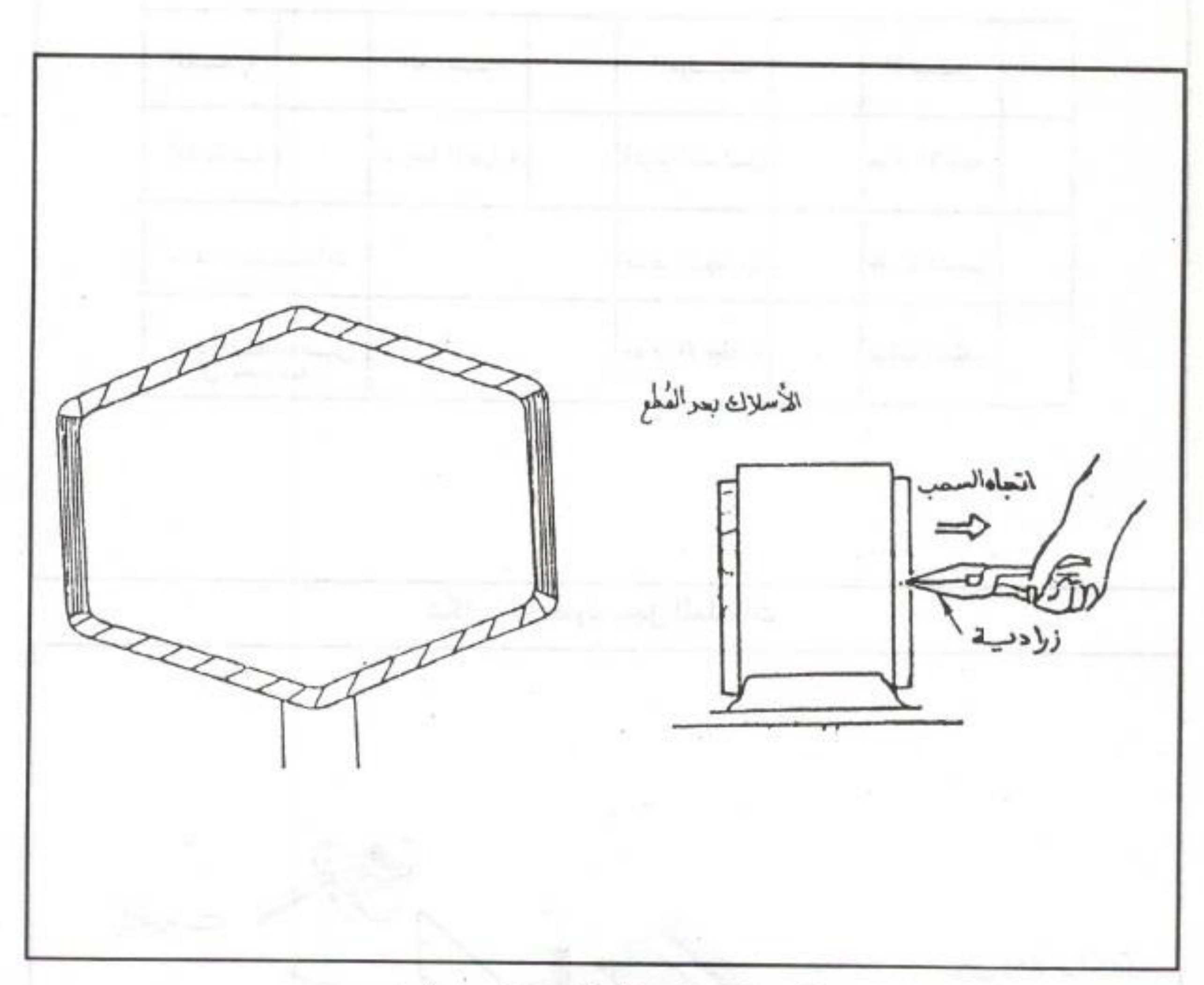
(د) اقطع جميع الملفات عى أحد جانبى العضو الثابت مع ترك أحداها بدون قطع . (أسحب الملفات من الناحية الأخرى للعضو الثابت مع رفع الملف الذى لم يقطع بالكامل لتستخدمة فى أخذ بيانات الأبعاد المختلفة شكل (٣) .

القدرة		السرعه		الفولت		الامبير	
الذبذبه		درجة الحرارة		الرقم المسلسل		عدد الاوجه	
عدد الملفات				عدد المجارى		طريقة التوصيل	
عدد الملفات فى كل مجموعه				عدد الاقطاب		خطوة الملف	

شكل (١) جدول سجل المعلومات



شكل (٢) نزع خوابير الفبر من المجارى



شكل (٣) سحب الأسلاك من العضو الثابت

(هـ) سجل خطوة الملفات ومقاس السلك ونوعه ومقاس الملفات وعدد اللفات بكل ملف .

(يقاس مقاس السلك بعد إزالة المادة العازلة من فوقة) .

٦ - عزل مجارى العضو الثابت وذلك بأتباع الخطوات التالية :

(أ) قم بتنظيف مجارى العضو الثابت من الأسلاك القديمة العازل القديم (يمكن استخدام سائل سريع التطاير فى تنظيف العضو الثابت من بقايا العازل القديم وخلافه) .

(ب) تأكد من تسوية حواف المجارى وإلا قم بتسوية تلك الحواف باستخدام المبرد .

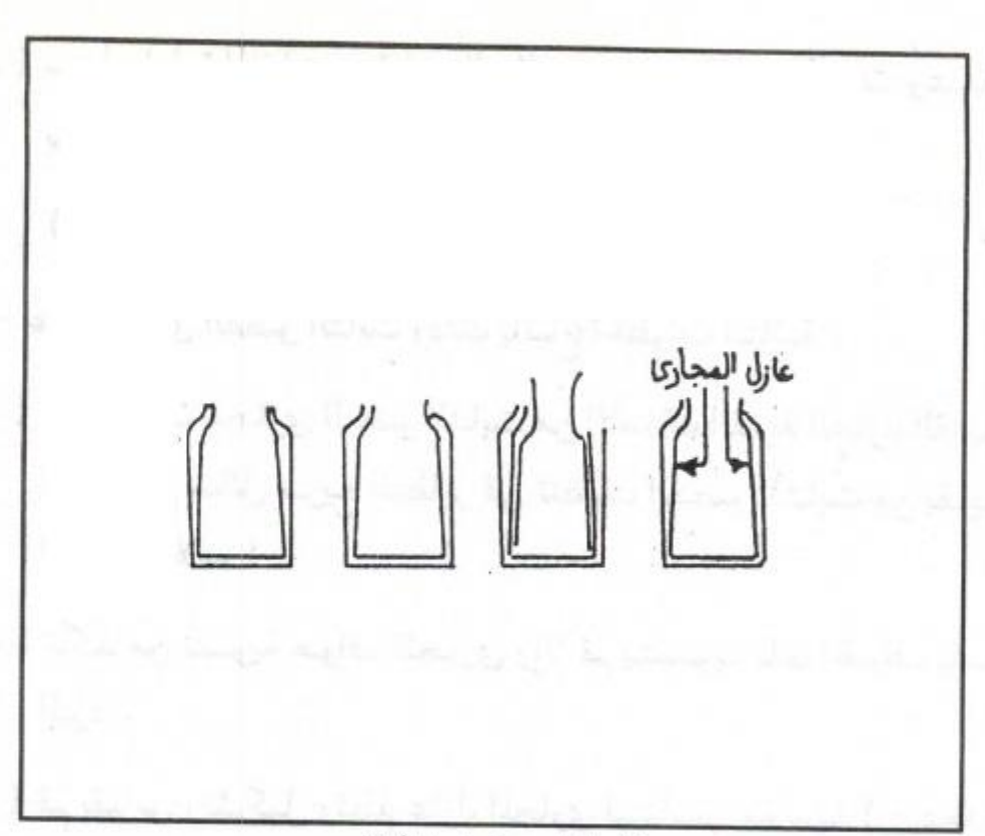
(جـ) قم بقياس وتشكيل وقطع عازل المجارى ليتناسب مقاسها (استخدم العازل بعد ثنى أطرافه) شكل (٤) . تأكد من أن العازل الجديد له نفس سمك ونوع العازل القديم .

٧ - لف الملفات وذلك بأتباع الخطوات التالية :

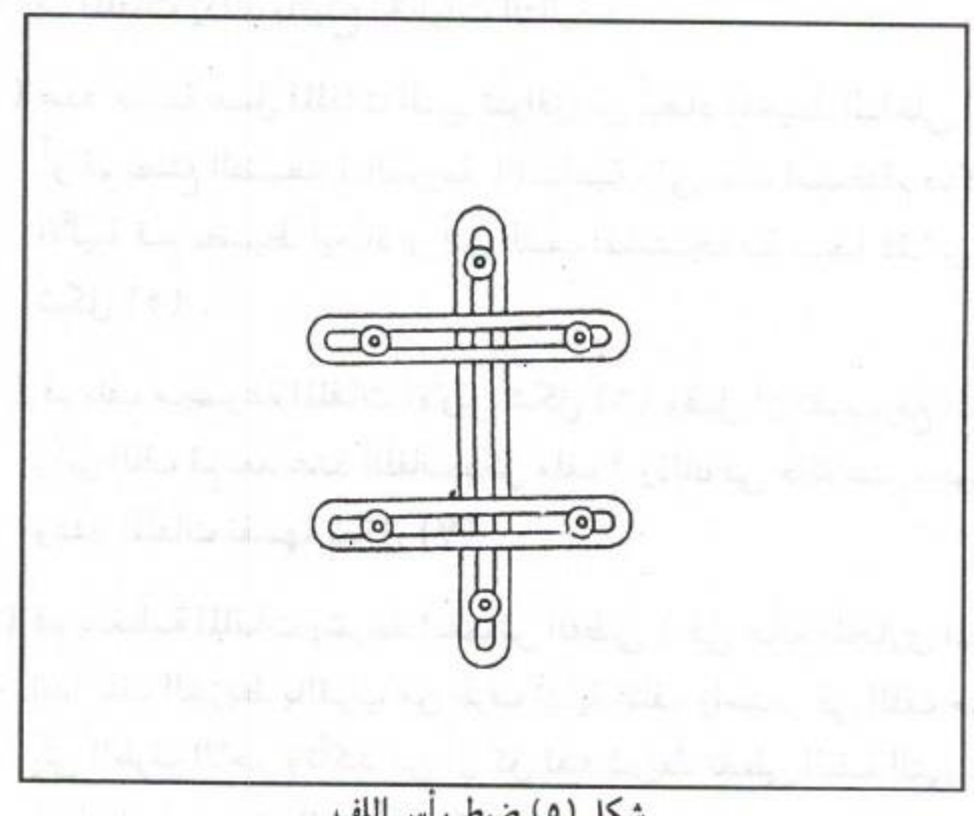
(أ) حدد ضبعة عمل الملفات التى تتوافق من أبعاد المحيط الداخلى للملف - أو قم بصنع الضبعة (الفورمة) المناسبة وفى حالة استخدام ماكينة اللف الآلية قم بضبط أبعاد ورأس اللف المستخدمة تبعا لمقاس الملفات شكل (٥) .

(ب) قم بلف مجموعة الملفات الأولى شكل (٦) وقبل أن تقوم برفع الملفات من رأس اللف قم بعد عدد اللفات بكل ملف (وذلك فى حالة عدم وجود عداد) وعدد الملفات نفسها شكل (٧) .

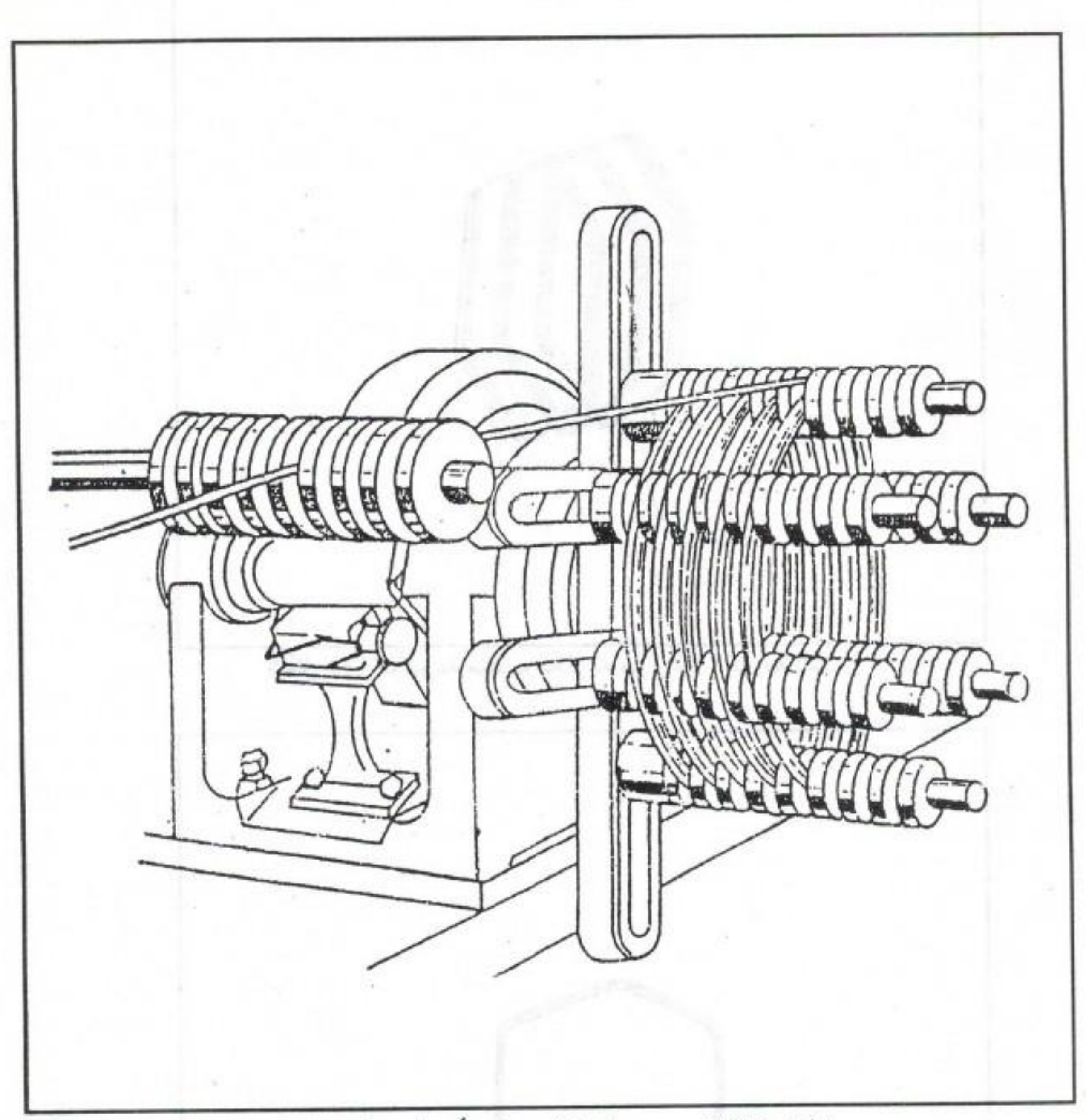
(جـ) قم بتغطية الملفات بشريط القماش القطنى (فى حالة المجارى المفتوحة) ابدأ بلف الشريط بالقرب من طرف نهاية الملف واستمر فى اللف حتى تصل إلى الطرف الأخر وتأكد من أن كل لفه شريط تغطى اللفة التى تسبقها بمقدار نصف عرض الشريط شكل (٨) .



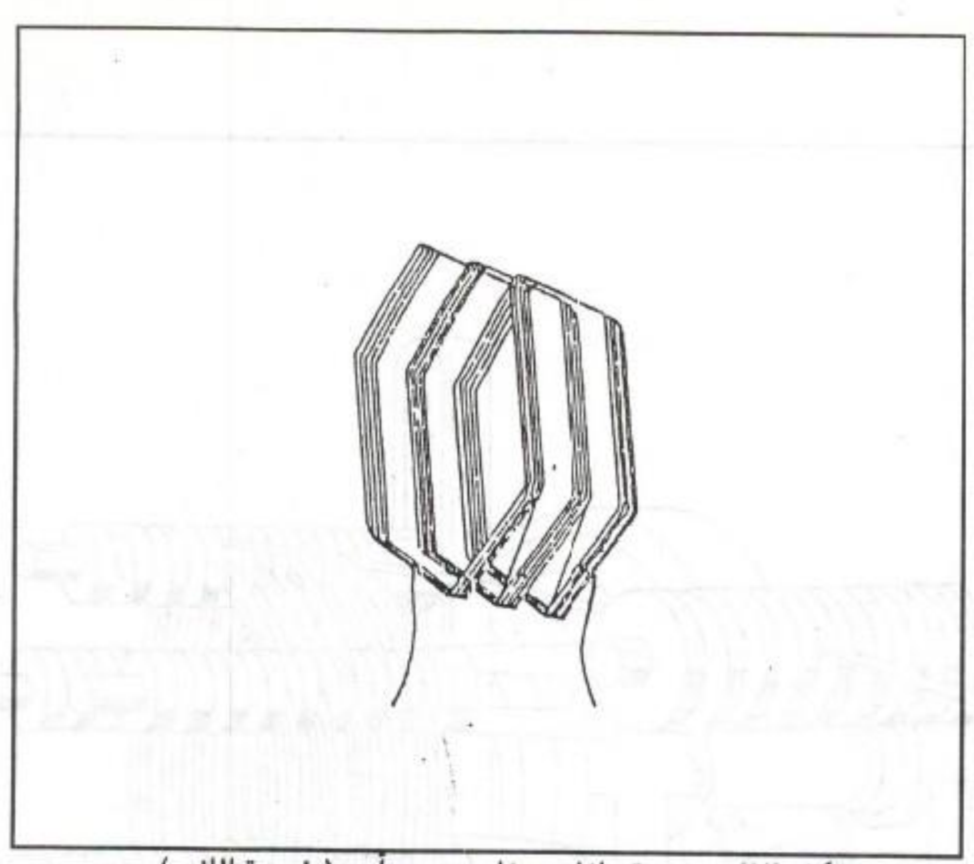
شكل (٤) تشكيل عازل المجرى



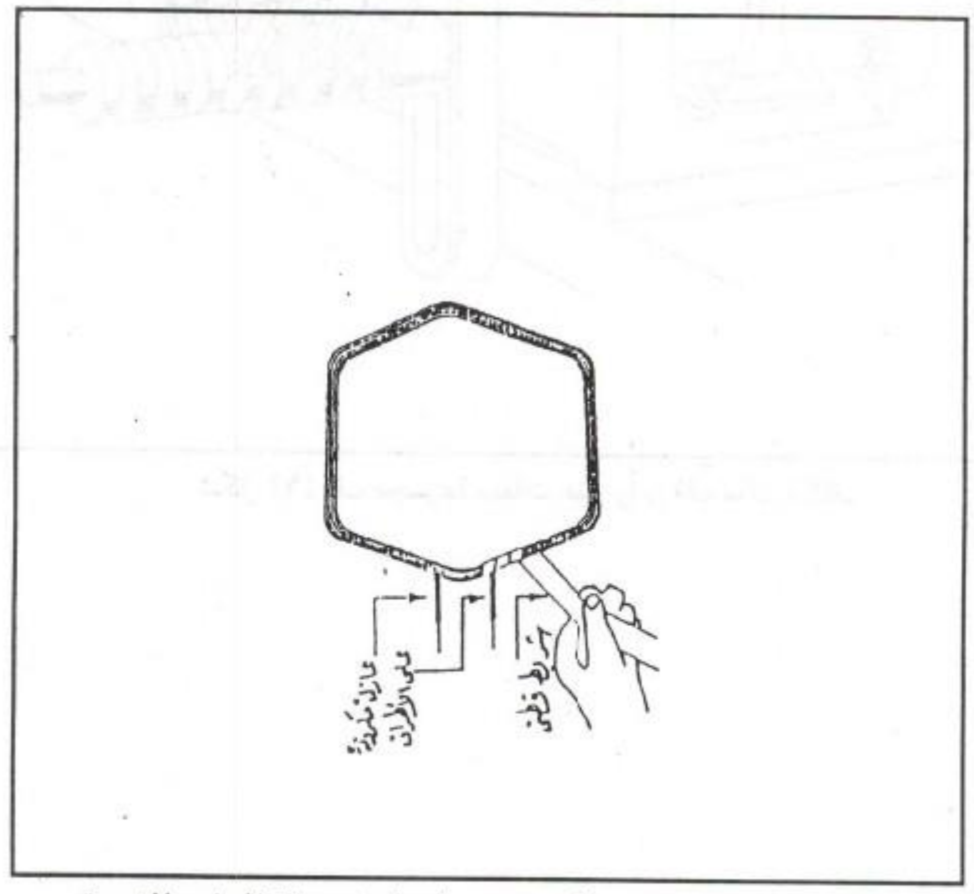
شكل (٥) ضبط رأس اللف



شكل (٦) لف مجموعة ملفات على رأس لف ماكنية اللف



شكل (٧) مجموعة ملفات مخلوعه من رأس (فورمة اللف)



شكل (٨) تغطية الملف بالكامل بشريط قطن فى حالة المجارى المفتوحة

وإذا كانت مجارى المحرك من النوع الشبه معلق فلا تغطى جزء الملف الذى يوضع فيه المجرى بشريط القماش القطنى شكل (٩) .

(د) قم بتغطية نهاية شريط القماش بشريط لاصق .

٨ - وضع الملفات فى المجارى وذلك باتباع الخطوات التالية :

(أ) افرد لفات أحد جانبى الملف ثم أمسك الملف بزاوية حتى يمكن انزال كل لفه فى المجرى وتأكد من أن كل لفه من لفات الملف قد وضعت بداخل عازل المجرى وليس بين العازل والقلب الحديدى حتى لا يؤدى ذلك إلى حدوث تلامس أرضى (اختار أى مجرى واعتبرها المجرى الأولى) .

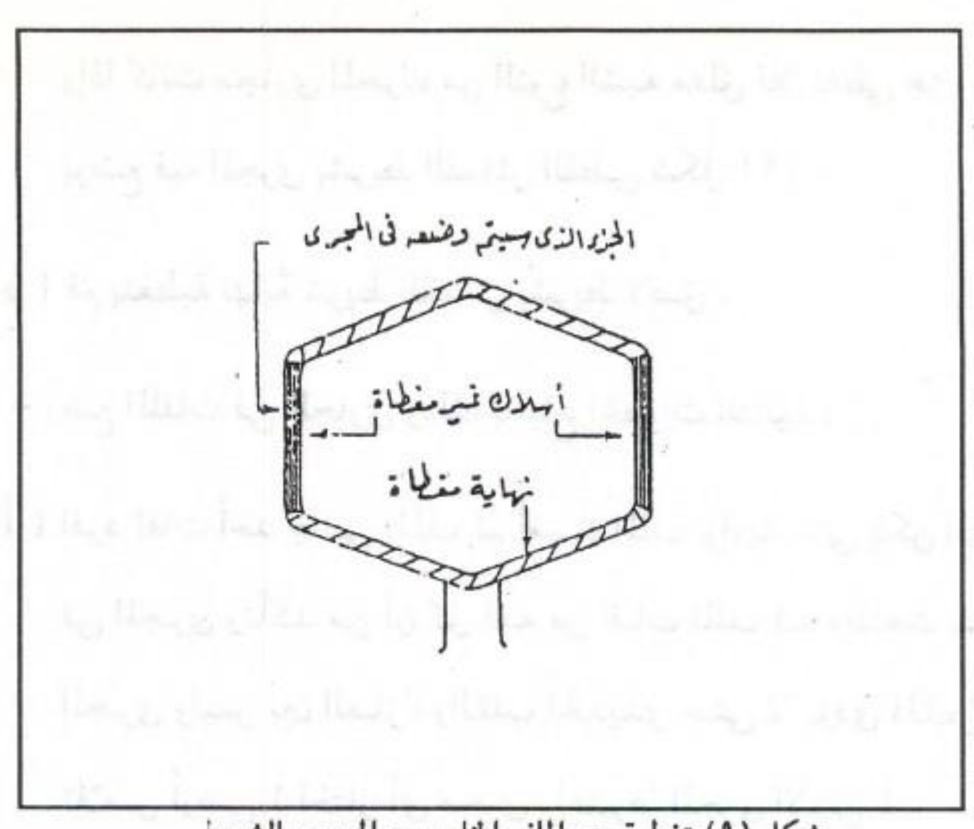
(ب) اسحب جانب الملف فى المجرى المخصصة حتى تستقر كل اللفات فيه .

(جـ) ضع الجانب الثانى للملف فى المجرى المخصصة له تبعا لخطوة اللف .

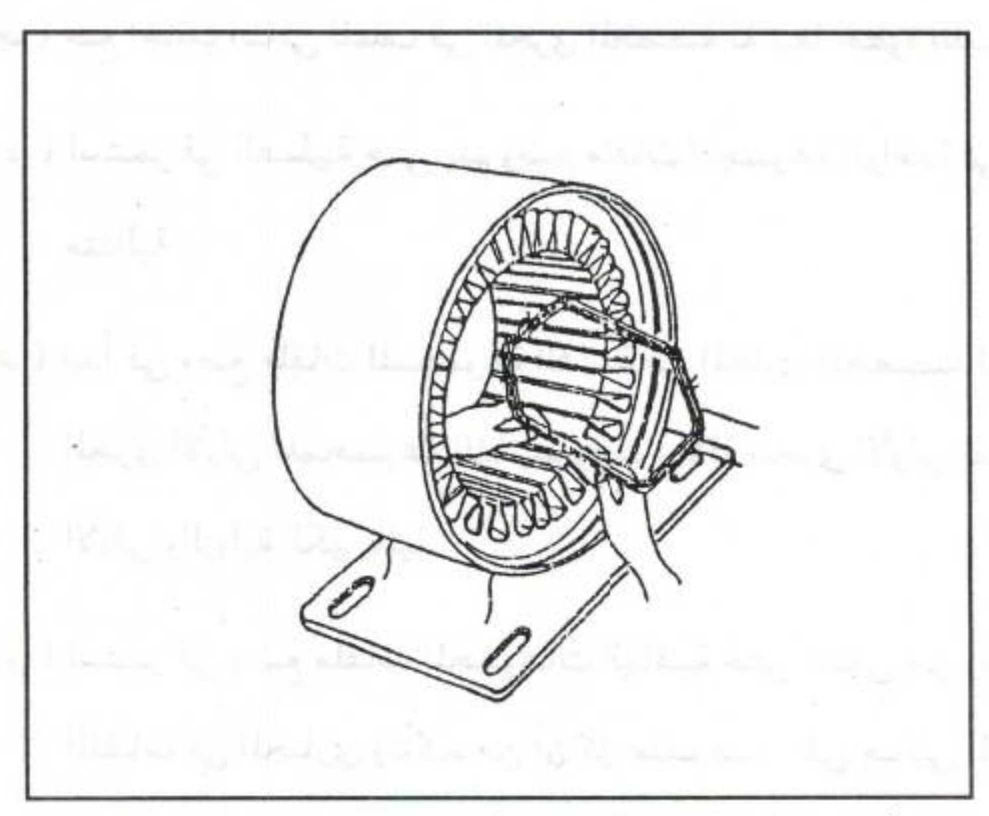
(د) استمر فى العملية حتى يتم وضع ملفات المجموعة الواحدة فى مجارى متتالية .

(هـ) ابدأ فى وضع ملفات للمجموعة الثانية فى المجارى المخصصه لها (حدد المجرى الأولى للمجموعة الثانية وذلك بدلالة المجرى الأولى للمجموعة الأولى والزواية الكهربائية .

(و) استمر فى وضع ملفات المجموعات الباقية حتى تنتهى من وضع جميع الملفات فى المجارى وتأكد من أن كل ملف يمتد على جانبى المجرى من الناحيتين وأن لا يحتك بجوانب القلب الحديدى .



شكل (٩) تغطية جزء الملف الخارج من المجرى بالشريط
فى حالة المجارى نصف مغلقة



شكل (١٠) كيفية وضع الملفات فى المجارى (المجارى العضو الثابت)

(ز) قم بتركيب خابور من الخشب أو من الفبر فوق الجانب العلوى للملفات ويجب أن يمتد الخابور $\frac{1}{8}$ بوصة بعد نهاية المجرى .

(ح) قم بإجراء العزل بين مجموعات الملفات وذلك باستخدامك البرسبان .

٩ - توصيل الملفات ويتم ذلك وفقا للخطوات التالية :

(أ) أعتبر أن أى مجموعة ملفات هى المجموعة الأولى للوجه الأول .

(ب) قم بتوصيل مجموعات الوجه الأول معا طبقا للرسم الانفرادى (حدد بدقة بداية ونهاية كل مجموعة وهل سيكون الأتصال بين نهاية ، وبداية أو بين نهاية ونهاية) .

(جـ) قبل عملية التوصيل يتم رفع العازل من على السلك وتوضع مكرونة عازلة ذات قطر مناسب وبعد عملية جدل السكين يتم قصدرتها وبعدها تسحب المكرونة فوق الوصلة .

(د) حدد بداية الوجه الثانى ثم قم بتوصيل مجموعة ملفات الوجه الثانى طبقًا للرسم الانفرادى وكما سبق تنفيذه مع مجموعة ملفات الوجه الأول .

(هـ) استمر فى نفس الطريقة لتوصيل مجموعة ملفات الوجه الثالث . بذلك سيكون هناك فى النهاية ستة أطراف ثلاث بدايات وثلاث نهايات .

١٠ - توصيل أطراف الأوجه بالروزينة الخارجية .

(أ) حدد بداية ونهاية كل وجه .

(ب) وصل البدايات والنهايات للأوجه الثلاثه بالروزينه الخارجية حتى يكون المحرك جاهزاً للتوصيل نجمة أو دلتا .

(جـ) فى حالة التوصيل نجمة تقصر النهايات للأوجه الثلاث معا وتكون البدايات الثلاث معده للتوصيل بخط القدرة الثلاثى الأوجه .

(د) فى حالة التوصيل دلتا تتصل نهاية الوجه الأول ببداية الثانى ونهاية الوجه الثانى ببداية الوجه الثالث ونهاية الوجه الثالث ببداية الوجه الأول وتكون الثلاث نقط لأتصال كل نهاية ببداية معده للتوصيل بخط القدرة الثلاثى الأوجه .

التمرين السادس

اختبار المحرك ذو الثلاثة أوجه

الغرض من التمرين :

التدريب على إجراء الاختبارات اللازمة للمحرك الثلاثى الأوجه وذلك بعد إعادة لفه أو بعد إصلاحه وهى :

١ - التلامسات الأرضية .

٢ - الدوائر المفتوحة .

٣ - دوائر القصر .

٤ - التوصيلات العكسية .

وسائل الإيضاح :

١ - الرسم السبورى .

٢ - اللوح الورقية (لوح وسائل الايضاح) .

٣ - تنفيذ إجراء الاختبارات عمليًا أمام المتدربين .

العدد والمعدات اللازمة :

١ - محرك ثلاثى الأوجه ، يفضل أن يكون المحرك الذى قمت بإعادة لفه .

٢ - مصباح اختبار .

٣ - أميتر يتناسب مع شدة التيار الذى يسحبها المحرك .

٤ - أمبير كماشة .

٥ – عداد قياس سرعة المحرك .

٦ – مفتاح تشغيل وإيقاف ثلاثى .

٧ – مصهرات .

خطوات العمل :

١ – اختبار المحرك لاكتشاف التلامسات الأرضية :

(أ) توصيل مصباح الاختبار .

صل أحد طرفى المصباح بجسم المحرك والطرف الآخر بأحد أطراف الأوجه بالتتابع فإذا أضاء المصباح مع ملفات أحد الأوجه فإن هذا يعنى وجود تلامس أرضى (تأكد من فتح النجمة وكذلك الوصلات بين الأوجه فى حالة توصيله الدلتا حتى يمكن تحديد الوجه المتماس أرضى) كما فى شكل (١) (أ ، ب ، جـ).

(ب) تحديد الملف المتماس مع الأرض وإصلاحه .

– أفصل الوصلات التى بين مجموعات الوجه الذى به التماس كما فى شكل (٢) .

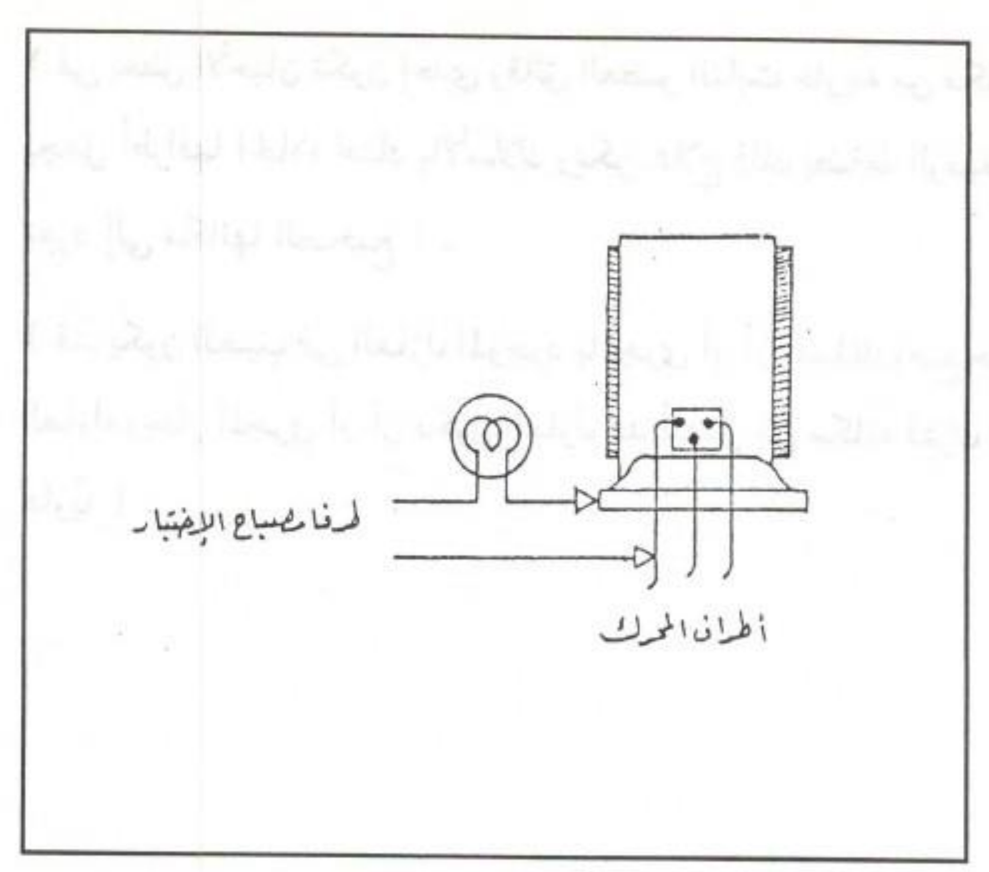
– اختبر كل مجموعة على حده باستخدام مصباح الأختبار وحدد المجموعة التى بها التلامس الأرضى .

– فك الوصلات المجدولة بين ملفات المجموعة التى بها التلامس الأرضى واختبر كل ملف على حده بمصباح الأختبار .

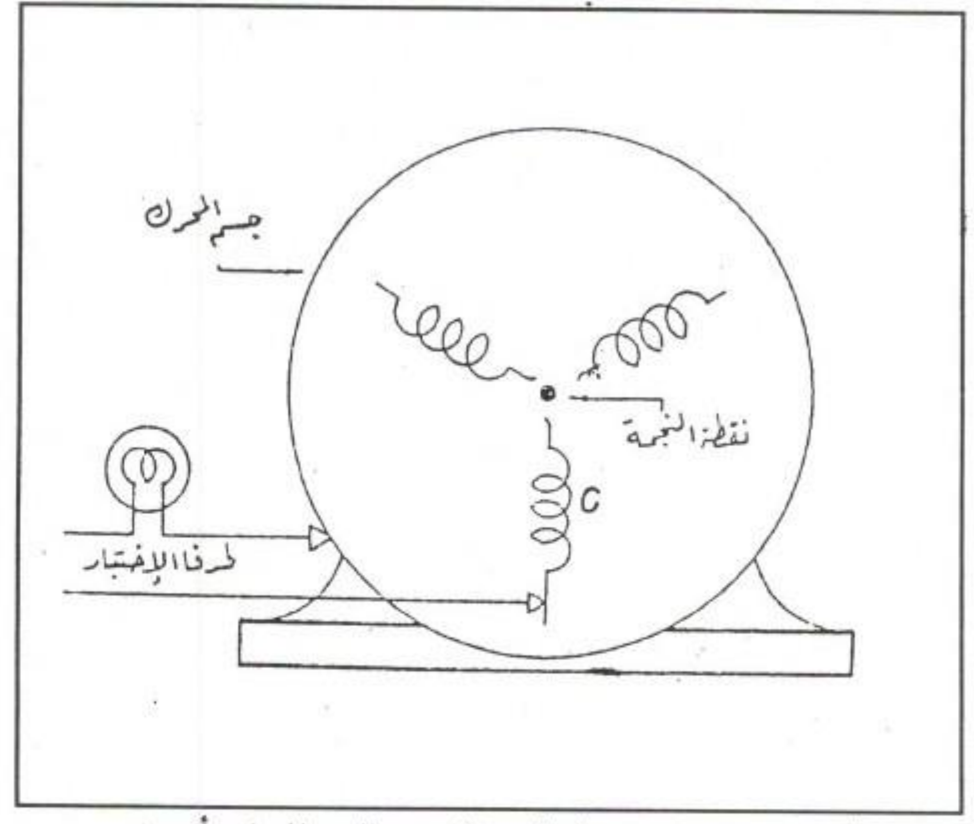
– أعد عزل الملف المتماس أرضيا أو قم باستبداله بآخر جديد .

(فى بعض الأحيان تكون إحدى رقائق العضو الثابت خارجه من مكانها مما يجعل أطرافها الحاده تحتك بالأسلاك ويمكن علاج ذلك بضغط الرقيقه حتى تعود إلى مكانها الصحيح) .

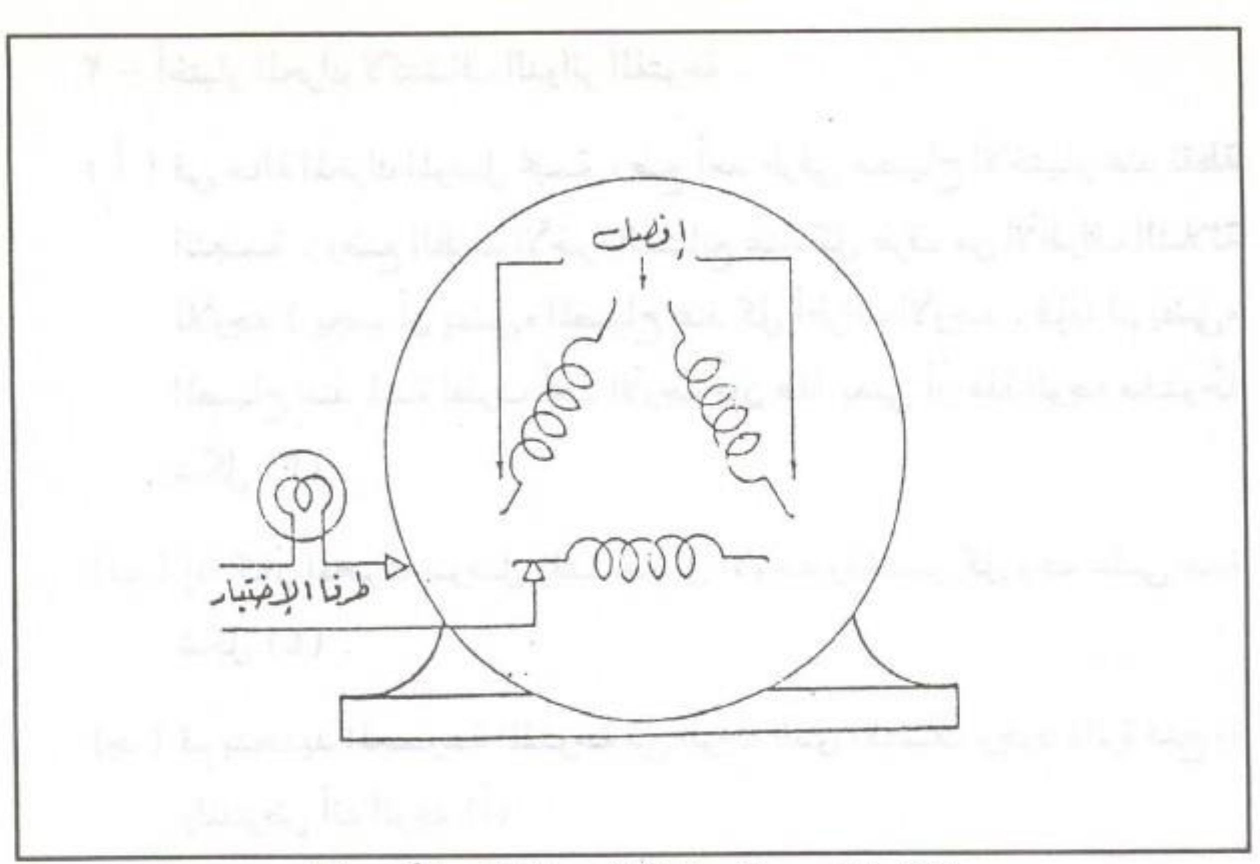
(قد يكون العيب فى العازل الموجود بالمجرى أو أن السلك وضع خطأ بين العازل وجدار المجرى أو أن يكون العازل قد أنتقل من مكانه فترك الحديد عاريًا) .



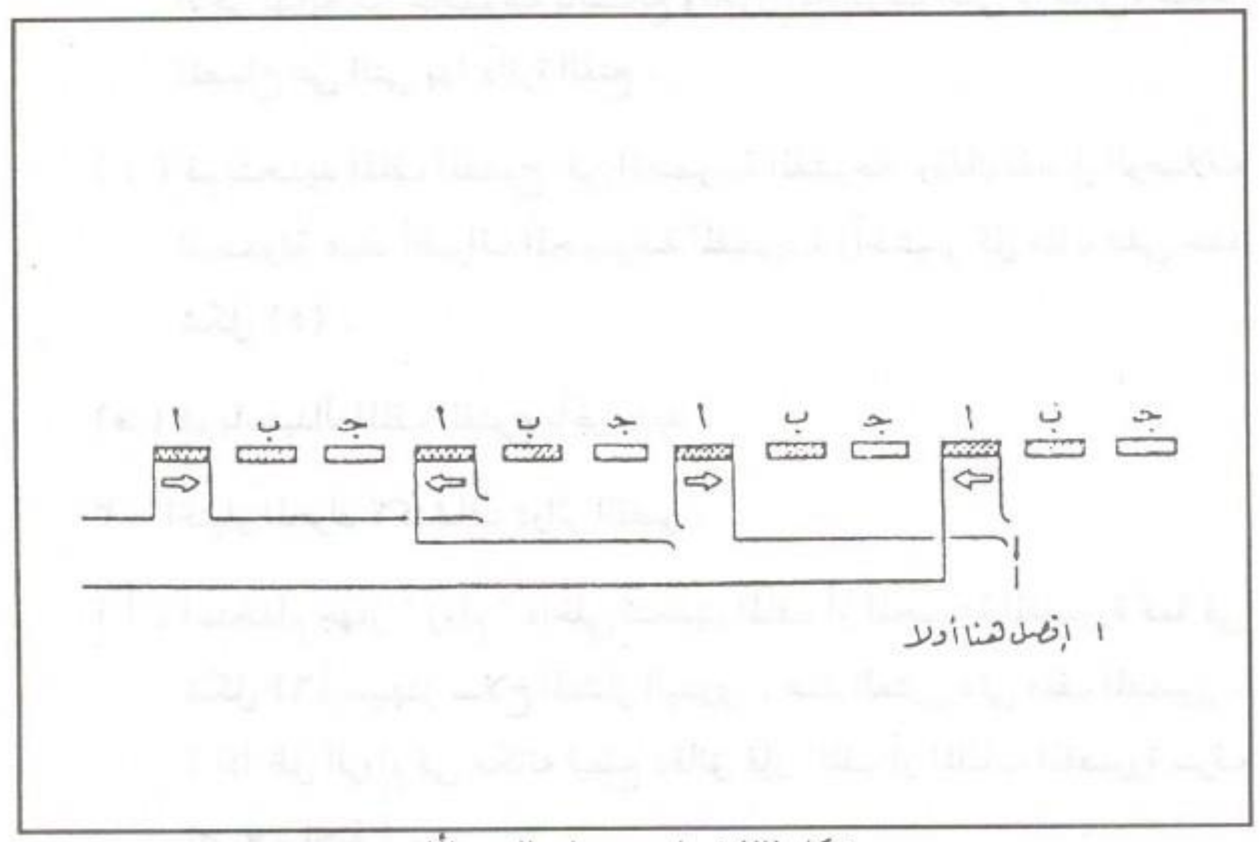
شكل (١ - أ) توصيل مصباح الاختبار
لاكتشاف تلامسات أرضية فى ملفات المحرك



شكل (١ - ب) فتح نقطة النجمة لتحديد الوجه المتماس أرضيا



شكل (١ - جـ) فتح نقطة التوصيل للملفات الأوجه دلتا
لتحديد الوجه التماس أرضيا



شكل (٢) فصل مجموعات الوجه (أ)

٢ - أختبار المحرك لاكتشاف الدوائر المفتوحة .

(أ) فى حالة المحرك الموصل نجمة ، ضع أحد طرفى مصباح الاختبار عند نقطة النجمة . وضع الطرف الآخر بالتتابع عند كل طرف من الأطراف الثلاثة للأوجه (يجب أن يضىء المصباح عند كل أطراف الأوجه ، فإذا لم يضىء المصباح عند لمسة لطرف أحد الأوجه فإن هذا يعنى أن هذا الوجه مفتوحًا شكل (٣) .

(ب) إذا كان المحرك موصل دلتا أفصل الأوجه وأختبر كل وجه على حدة شكل (٤) .

(جـ) قم بتحديد المجموعة المفتوحة فى الوجه الذى اكتشف وجود دائرة فتح به ولنفترض أنه الوجه (أ).

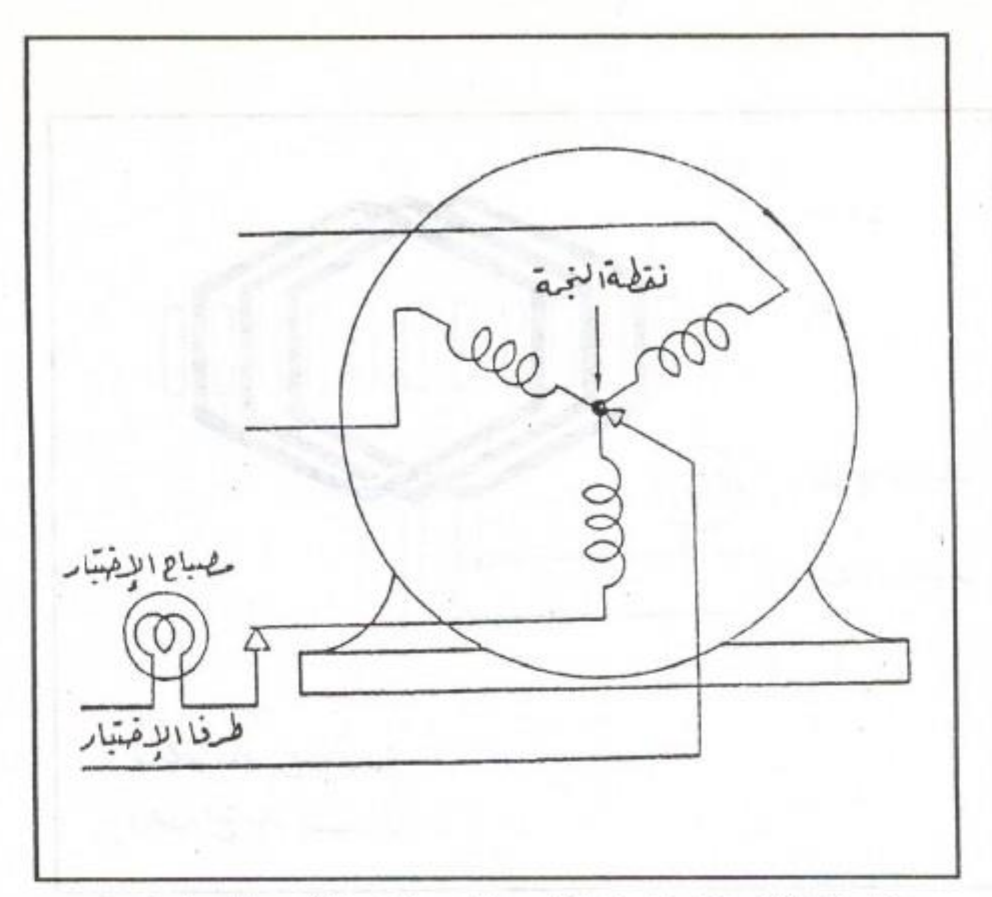
- ضع أحد طرفى الأختبار عند طرفى بداية الوجه أو ألمس بطرف الاختبار الآخر نهاية كل مجموعة بالتتابع وتكون المجموعة التى لا تضىء عندها المصباح هى التى بها دائرة الفتح .

(د) قم بتحديد الملف المفتوح فى المجموعة المفتوحة وذلك بفصل الوصلات المجدولة عند أطراف المجموعة المفتوحة وآختبر كل ملف على حده شكل (٥) .

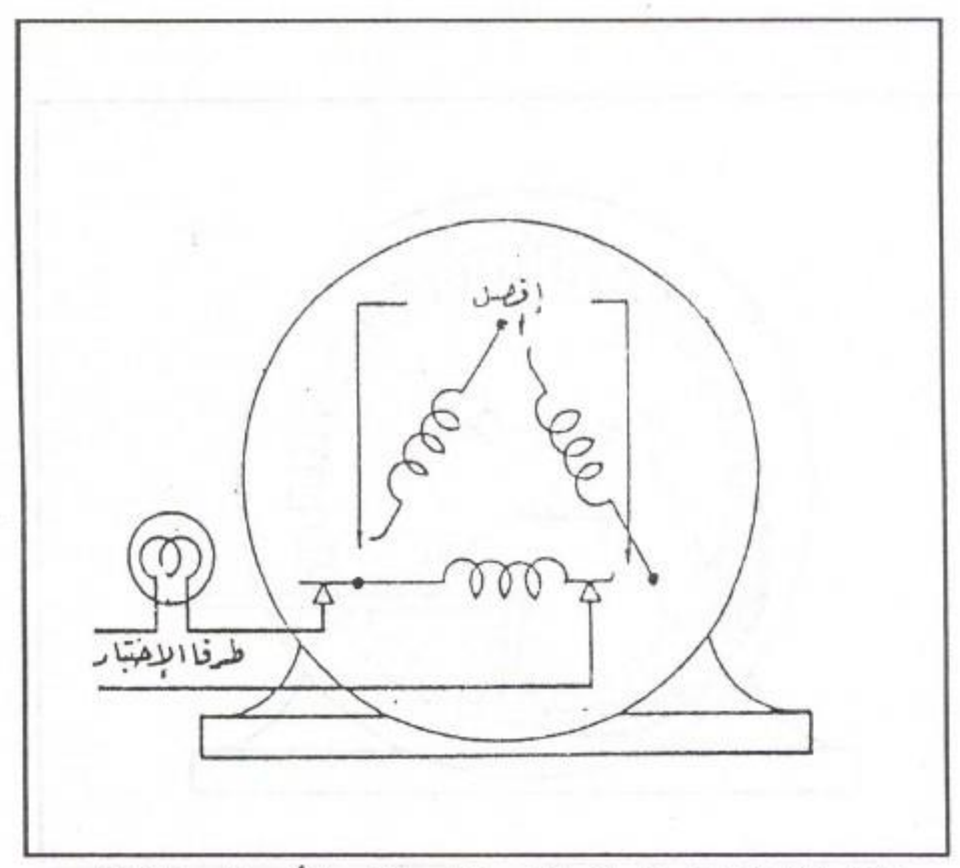
(هـ) قم باستبدال الملف المفتوح بآخر جديد .

٣ - اختبار المحرك لاكتشاف دوائر القصر .

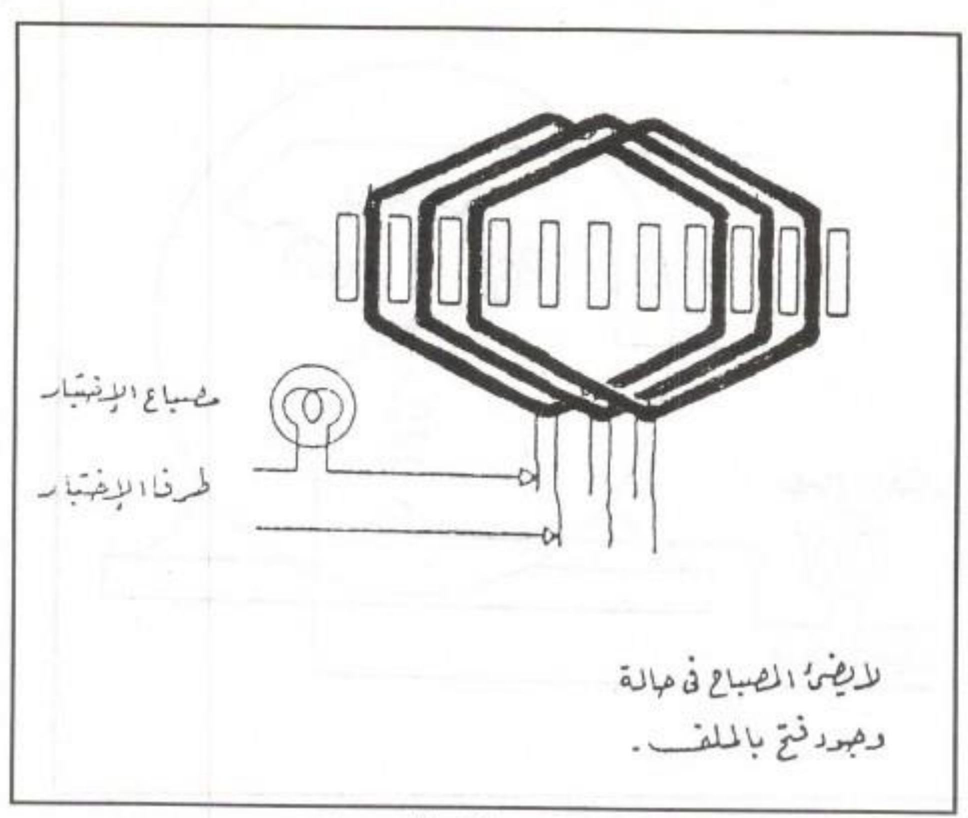
(أ) استخدام جهاز " زوام " داخلي لتحديد الملف أو المجموعة المقصورة كما فى شكل (٦) سيهتز سلاح المنشار اليدوى ، عند العثور على ملف المقصور . (إذا ظل الزوام فى مكانه لبضع دقائق فإن الملف أو الملفات المقصورة سوف تصبح ساخنة) .



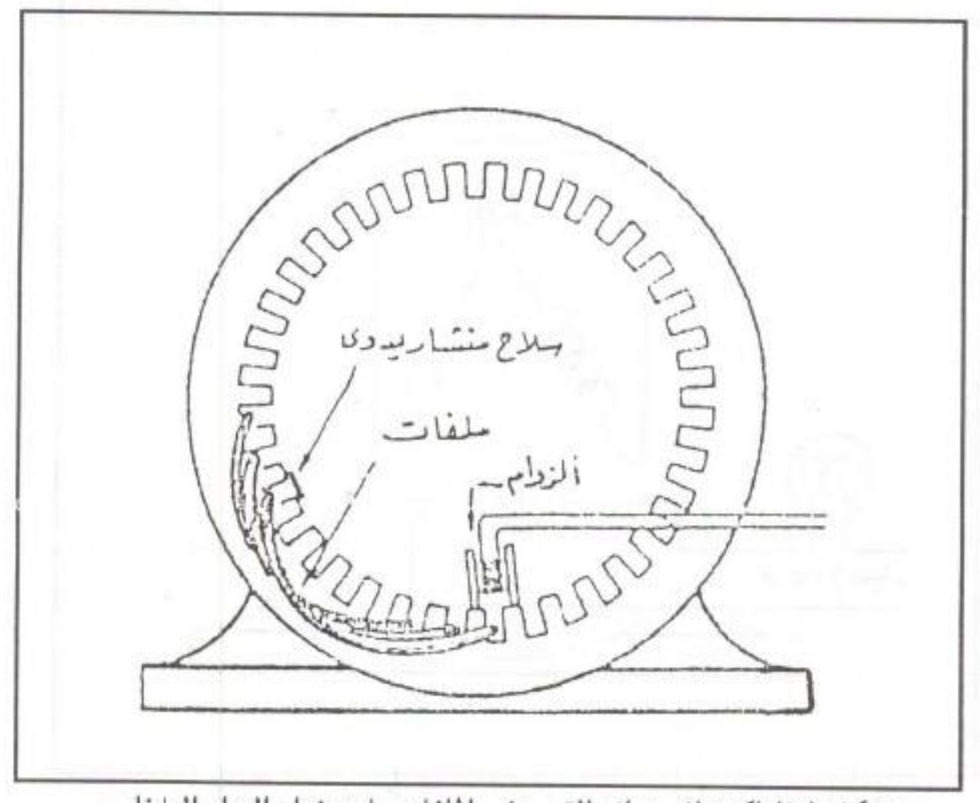
شكل (٣) اكتشاف الدوائر المفتوحة فى ملفات الأوجه المتصله نجمة



شكل (٤) اكتشاف الدوائر المفتوحة فى ملفات الأوجه المتصلة دلتا



شكل (٥) تحديد الملف الذى به فتح



شكل (٦) اكتشاف دوائر القصر فى الملفات باستخدام الزوام الداخلى

(ب) توجد طريقة أخرى لإيجاد الملف أو المجموعة المقصورة وتكون بتشغيل المقاومة لبضع دقائق وسوف يصبح الملف المعيب أكثر سخونة من الملفات الأخرى ويمكن معرفته بسهولة بواسطة اللمس .

(جـ) توجد طريقة ثالثة لإيجاد الملف أو المجموعة المقصورة وتكون بقياس المقاومة والتى مقاومتهاأقل تكون هى المقصورة .

(د) توجد طريقة رابعة وهى قياس شدة التيار لكل وجه والتى يجب أن تكون متساوية فإذا كانت هناك شدة تيار لأحد الأوجه أعلى من الوجهين الآخرين دل ذلك على وجود قصر بملفات ذلك الوجه .

(هـ) قم باستبدال الملف أو المجموعة المقصورة .

٤ - اختبار المحرك لاكتشاف الملفات أو المجموعات أو الأوجه المعكوسة .

(أ) اختبر كل مجموعة فى الوجه الواحد لاكتشاف الملفات المعكوسة فى المجموعة .

(ب) صل أحد طرفى منبع جهد مستمر منخفض (١٢ - ٢٤ فولت) إلى نقطة النجمة وصل الطرف الآخر للمنبع إلى كل وجه على الترتيب .

(جـ) حرك بوصلة فى مقابلة كل مجموعة من الوجه المتصل بالمنبع فيجب أن ينعكس وضع الإبرة عند كل مجموعة من هذا الوجه كما فى شكل (٧) .

فتشير إلى الشمال عند مجموعة وإلى الجنوب عند المجموعة التى تليها .

(إذا كان اتجاه إبرة البوصلة عند أى مجموعة غير محدد فقد يكون هناك ملف معكوس فى هذه المجموعة ، فالملف المعكوس يحدث مجالا مغناطيسيا فى عكس اتجاه المجال المتولد من الملفات الأخرى ويؤدى ذلك

شكل (٧) استخدام البوصلة فى اكتشاف الملفات المعكوسة

إلى أضعاف المجال العكسى فيقل تأثيره على إبرة البوصلة وعند ذلك يجب تصحيح توصيل ملفات هذه المجموعات .

٥ - التحميض والدهان بالورنيش :

(أ) ضع العضو الثابت للمحرك وبه الملفات فى فرن درجة حرارته ١٢٠°م لمدة ساعتين .

(ب) اغمر العضو الثابت فى نوع جيد من الورنيش لمدة خمس دقائق .

(جـ) ارفع العضو الثابت ثم اتركه لكى يتساقط منه الورنيش الزائد .

(د) قم بتحميض العضو الثابت مرة أخرى فى فرن عند درجة حرارة ١٢٠°م لمدة ثلاث ساعات .

(هـ) ارفع العضو الثابت من الفرن وقم بتقشير الورنيش من قلبه وجسمه الخارجى .

٦ - فحص كراسى التحميل :

قبل تركيب العضو الدوار والغطاءين الجانبيين ، افحص كراسى التحميل لاكتشاف أى علامات ضعف بها أو تآكل لها أو عدم نظافتها .

٧ - تجميع المحرك :

قم بتجميع المحرك وفقا للعلامات التى تم وضعها على الغطاءين الجانبيين مع تلك التى على جسم العضو الثابت مع ملاحظة تنظيف عمود المحرك قبل تركيب الغطاءين الجانبيين .

٨ - تزييت كراسى التحميل :

قم بتزييت كراسى التحميل وكن حريصًا على ألا تزيد كمية الزيت أكثر من اللازم .

٩ – اختبار تشغيل المحرك :

(أ) أدر عمود المحرك بيــدك لتعـرف مـا إذا كان العضو الدوار يتحرك بسهولة أم لا .

(ب) صل المحرك إلى منبع القدرة الثلاثى الأوجه المقرر له . (استخدم مصهرات ذات معـدل للتيـار المناسـب واستـخـدم مفتـاحًا ثلاثى الأوجه تشـغيل وإيقاف) .

(جـ) أغلق المفتاح :

عندئذ يجب أن يدور المحرك وتتزايد سرعته إلي القيمة المقررة .

(د) قم بقياس سرعة المحرك باستخدام عداد قياس السرعة .

(هـ) اختبر شدة تيار كل وجه باستخدام الأميتر الكماشة . (يجب أن تتساوى قيمة التيار المقاسة فى كل طرف).

(و) قارن قيم السرعة والتيـار المقاسة مع القيم المسجلة فى لوحة بيانات المحرك المثبتة عليه .

(ز) دع المحرك يدور لمدة نصف ساعة ثم اختبر لاكتشـاف أى موانـع سـاخنـة على جسمه .

(ح) عند ملاحظة أى مشكلة قم باستشارة مدربك .

الباب الرابع

المحركات الكهربائية الأحادية الوجه

التمرين الأول

المحركات الكهربائية الاستنتاجية

الأحادية الوجه

لوحة بيانات المحرك

الغرض من التمرين :

١ – التدريب على قراءة لوحة بيانات المحرك الاستنتاجى الأحادى الوجه .

٢ – التدريب على تسجيل البيانات الخارجية للمحرك .

وسائل الإيضاح :

مجموعة من المحركات الاستنتاجية الأحادية الوجه مثبتًا عليها لوحة البيانات والمحركات مختلفة القدرة – السرعة – الموديل – الجهد – شدة التيار – جهة الصنع .

المعدات المطلوبة :

مجموعة من المحركات الاستنتاجية الأحادية الوجه مثبتًا عليها لوحة البيانات .

مقدمة :

تعتبر البيانات المسجلة على لوحة بيانات المحرك الاستنتاجى الأحادى الوجه ذات أهمية بالغة – إذ يتوقف عليها تحديد مدى صلاحية المحرك للعمل المطلوب له من عدمه بجانب مراعاة تلك البيانات فى حالة تشغيل المحرك أو إجراء الاختبارات عليه وأيضا أثناء إعادة لفه .

والبيانات التى توجد على لوحة البيانات هى :

١ – قدرة المحرك بالكيلو وات أو بالحصان الكهربائى (٧٤٦ وات) .

٢ - الجهد الكهربائى الذى يعمل عليه المحرك بالفولت .

٣ - شدة التيار التى يسحبها المحرك بالأمبير .

٤ - التردد (............... ذبذبة / الثانية) .

٥ - سرعة العضو الدوار (........... لفة / دقيقة) .

٦ - درجة الحرارة (أقصى درجة حرارة مسموحة للمحرك فى حالة تشغيله لمدة طويلة) .

٧ - عدد الأوجه .

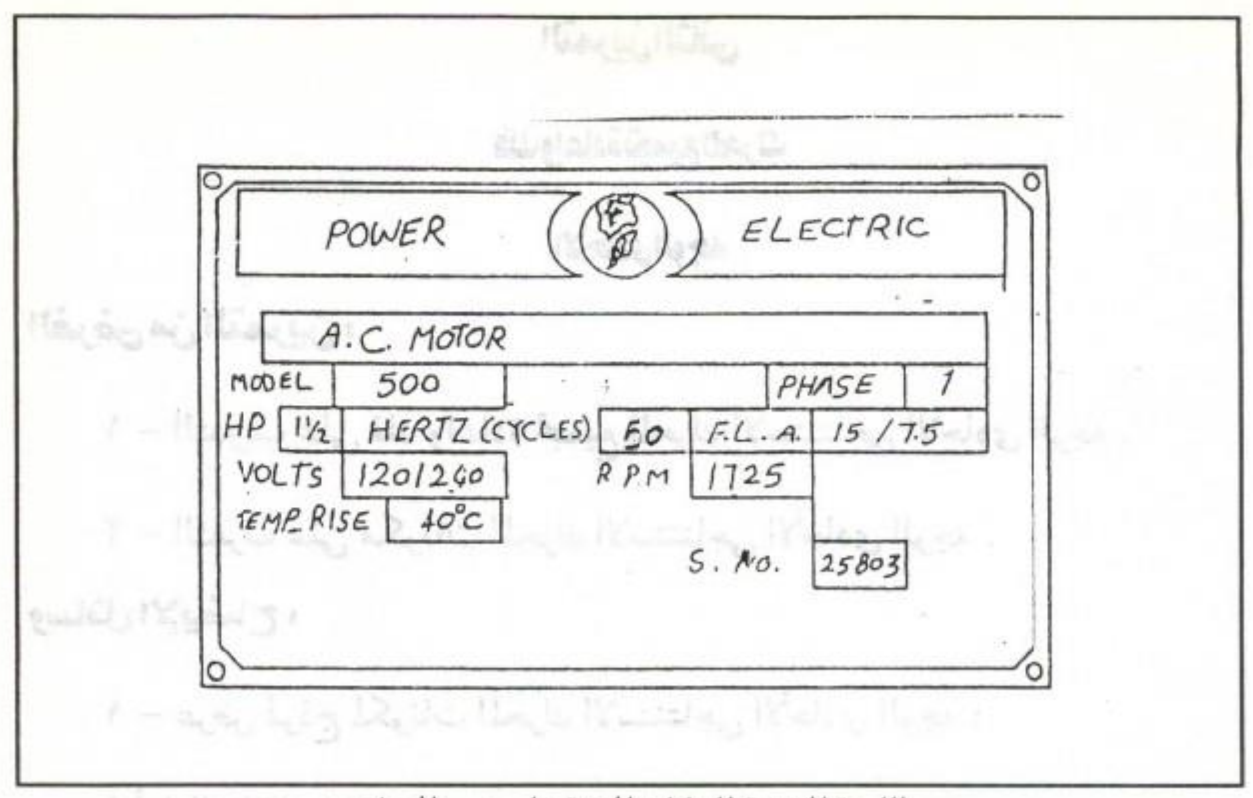
٨ - عدد الأقطاب .

٩ - اتجاه الدوران .

١٠ - الرقم المسلسل للمحرك - الطراز - الموديل .

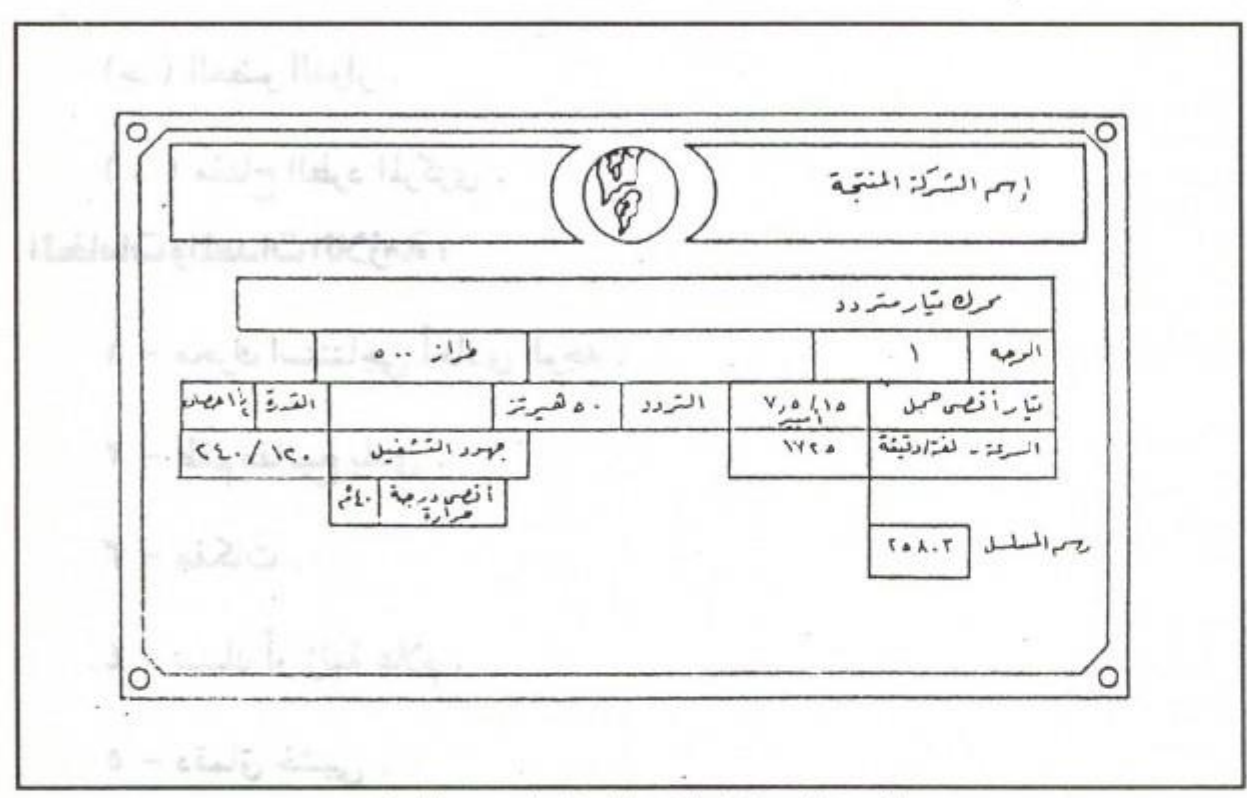
ويلاحظ أن معظم بيانات المحرك تكون باللغة الإنجليزية لهذا يجب الإلمام بمعرفة تلك البيانات ومرادفها باللغة العربية .

ويبين الشكل (١) لوحة بيانات محرك أحادى الأوجه باللغة الإنجليزية بينما الشكل (٢) نفس اللوحة السابقة باللغة العربية .



اللوحة المعدنية للبيانات المثبتة على جسم المحرك

شكل (١)



اللوحة المعدنية للبيانات المثبتة على جسم المحرك

شكل (٢)

التمرين الثانى

فك وإعادة تجميع المحرك

الأحادى الوجه

الغرض من التمرين :

١ - التدريب على فك وإعادة تجميع المحرك الاستنتاجى الأحادى الوجه .

٢ - التعرف على مكونات المحرك الاستنتاجى الأحادى الوجه .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نموذج لمكونات المحرك الاستنتاجى الأحادى الوجه :

(أ) الغطاءان الجانبيان .

(ب) العضو الثابت .

(جـ) العضو الدوار .

(د) مفتاح الطرد المركزى .

الخامات والمعدات اللازمة :

١ - محرك استنتاجى أحادى الوجه .

٢ - طقم مفاتيح بلدى .

٣ - مفكات .

٤ - سنبك أو زنبة علام .

٥ - دقماق خشبى .

٦ - جاكوش .

وسائل الأمان :

١ - قبل عملية فك المحرك يجب فحصه لاكتشاف أى أعطال ميكانيكية به قد تحول دون عملية فكه بطريقة سليمة وذلك مثل :

(أ) كسر أو تصدع الغطاءين الجانبيين للمحرك .

(ب) كسر أماكن تثبيت مسامير ربط الغطاءين بالعضو الثابت .

(جـ) انثناء عمود الدوران .

(د) كسر مثبتات أطراف التوصيل أو احتراقها .

٢ - يراعى اختبار المفاتيح والمفكات المناسبة فى عملية الفك .

٣ - الحرص التام على عدم خدش الملفات الداخلية للمحرك وإزالة العازل من عليها حتى لا تحدث قصورات - كذلك تجنب قطع أطراف الملفات أو خلافه .

خطوات العمل :

أولاً - فك المحرك :

١ - فك غطاء المروحة والمروحة إن وجدت .

٢ - باستخدام السنبك أو زمبة العلام والدقماق الخشبى اعمل علامة على أحد الغطاءين ومثلها على جسم المحرك المقابل له ثم اعمل علامتين على الغطاء الآخر ومثلهما على جسم المحرك المقابل .

٣ - خلخل مسامير تثبيت الغطاءين ثم فكها .

٤ - قم بتنظيف وتلميع نهاية عمود المحرك فإن هذا يسهل فك الغطاء ويقلل احتمال تلف كراسى التحميل .

٥ - باستخدام السنبك والدقماق الخشبى مع الطرق الخفيف انزع الغطاء الجانبى الذى لا يحتوى على مفتاح البدء (الطرد المركزى) .

٦ - اسحب العضو الدوار من مكانه وكن حذرا حتى لا ينزلق العضو الدوار على ملفات العضو الثابت أثناء سحبه من المحرك .

٧ - انزع الغطاء الجانبى الذى يحتوى على مفتاح البدء (الطرد المركزى) وذلك بعد فصل الأسلاك المتصلة بالمفتاح .

٨ - اختبر مفتاح الطرد المركزى (مفتاح البدء) :

(أ) نظف نقط تلامس المفتاح .

(ب) قس مقاومة توصيل المفتاح لتتحقق من جودة اتصال نقط التلامس .

(جـ) قم بتشغيل المفتاح يدويا لتتحقق من أنه يتحرك بحرية .

ثانياً - إعادة تجميع المحرك :

إن عملية تجميع أجزاء المحرك هى عملية عكسية فى ترتيب خطواتها بالنسبة لخطوات فك المحرك .

١ - وصل أطراف الملفات السابق فصلها من المفتاح (مفتاح البدء) .

٢ - ثبت الغطاء المحتوى على مفتاح الطرد المركزى .

٣ - بحرص تام ضع العضو الدوار داخل العضو الثابت .

٤ - ثبت الغطاء الآخر .

٥ - اربط مسامير التثبيت ربطا خفيفا ثم أحكم عملية الربط .

(يلاحظ ربط المسامير المتقابلة الأول ثم الثالث والثانى ثم الرابع) .

٦ - ثبت المروحة مكانها ثم ثبت غطاء المروحة .

٧ - تأكد من إحكام عملية تثبيت الغطاءين بإدارة عمود الإدارة باليد فإذا دار بسهولة ويسر دل ذلك على إحكام عملية التثبيت وإذا تعذر ذلك كانت عملية التثبيت غير محكمة .

٨ - اعرض المحرك على مدربك حتى يقوم من جانبه بالاختبارات اللازمة للتأكد من سلامة تجميع أجزاء المحرك .

التمرين الثالث

إعادة لف المحرك الاستنتاجى

الأحادى الوجه

الغرض من التمرين :

التدريب على إعادة لف المحرك الاستنتاجى الأحادى الوجه .

وسائل الإيضاح :

- عرض المحرك الاستنتاجى الأحادى الوجه المطلوب لفه على المتدربين .
- عرض الخامات والمعدات المطلوبة لإعادة اللف على المتدربين .
- الرسم السبورى لانفراد ملفات العضو الثابت .

الخامات والمعدات المطلوبة :

- محرك مشطور الوجه (أحادى الوجه) يحتاج إلى إعادة اللف .
- ميكرومتر لقياس قطر أسلاك اللف .
- سلك معزول بالورنيش أقطاره مناسبة للف ملفات البدء والحركة .
- ورق عازل (برسبان) لعزل مجارى العضو الثابت .
- شريط قطن .
- مكرونة عازلة .
- خوابير فبر أو خشب .
- كاوية لحام - قصدير لحام - فلكس (مساعد لحام) .

- أسلاك توصيل مرنة .

- جاكوش خشب - أجنة - سلاح منشار .

- بوصلة - مصباح اختبار - مفكات - طقم مفاتيح بلدى .

خطوات العمل :

١ - سجل بيانات المحرك الخارجية والداخلية فى لوحة بيانات كالموضحة فى شكل (١) .

٢ - فك المحرك كما سبق إيضاحه من قبل .

٣ - حدد عدد أقطاب العضو الثابت وذلك من خلال عدد مجموعات ملفات الحركة أو ملفات البدء .

٤ - حدد وسجل موقع ملفات الحركة بالنسبة لملفات البدء .

٥ - حدد خطوات ملفات كل قطب وسجل ذلك بالنسبة للملفات الحركة وملفات البدء كما هو موضح بشكل (٢) .

٦ - قس وسجل قطر السلك المستخدم فى كل من ملفات البدء والحركة .

٧ - رفع الملفات القديمة من العضو الثابت .

- انزع الخوابير التى بداخل المجارى كما سبق إيضاح ذلك فى المحركات الثلاثية الأوجه .

- قم بتليين أو حرق الورنيش والمواد العازلة الموجودة على الملفات .

- حاول إخراج مجموعة ملفات حركة ، مجموعة ملفات بدء وحدد أبعاد كل ملف فيهما وكذلك عدد اللفات .

- أقطع الأجزاء الخارجية للملفات من أحد الجوانب واسحب الملفات خارج العضو الثابت .

اسم الصانع :

القدرة بالحصان	اللفات فى الدقيقة	الفولت	الأمبير
الذبذبات	النوع	الإطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	الطراز	الرقم المسلسل	الوجه
عدد الأقطاب		عدد المجارى	

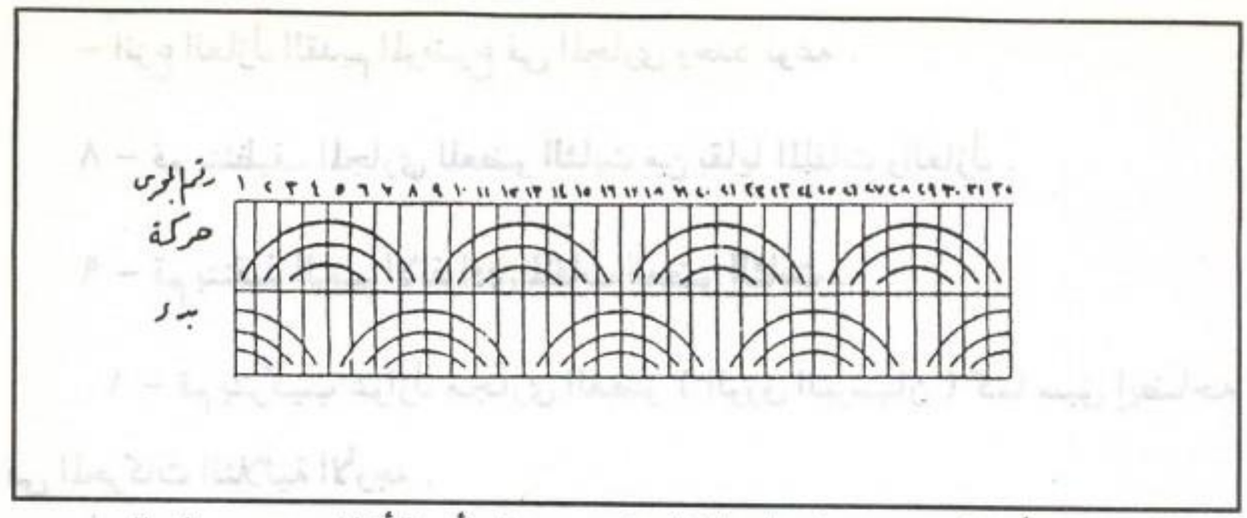
الملفات	مقاس السلك	عدد الدوائر	الخطوة	عدد اللفات
الحركة				
البدء				

مجرى رقم ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ -٣٦-١
الحركة
البدء

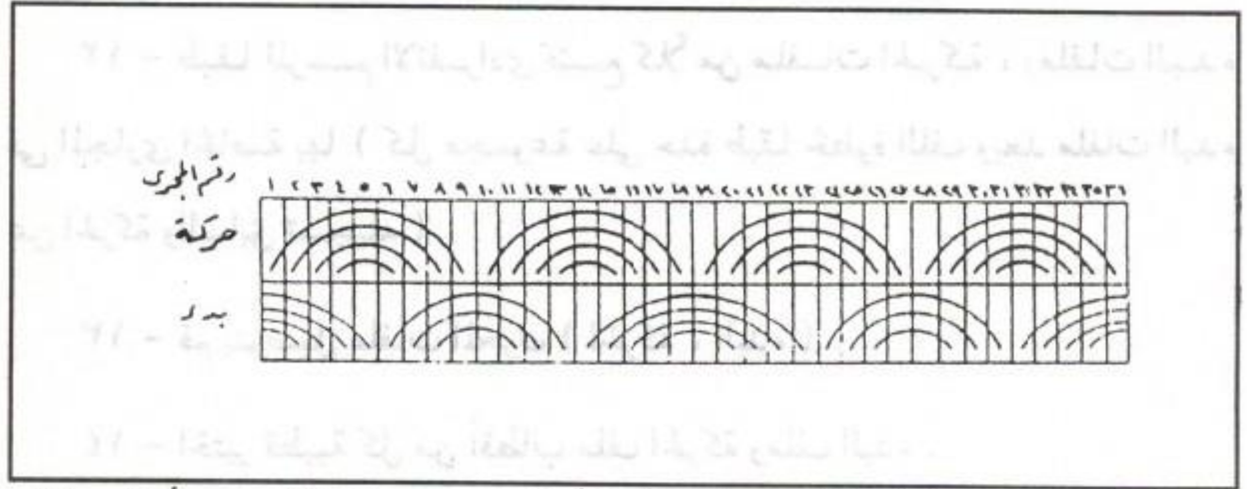
الدوران	فى اتجاه عقربى الساعة	فى عكس اتجاه عقربى الساعة

شكل (١)

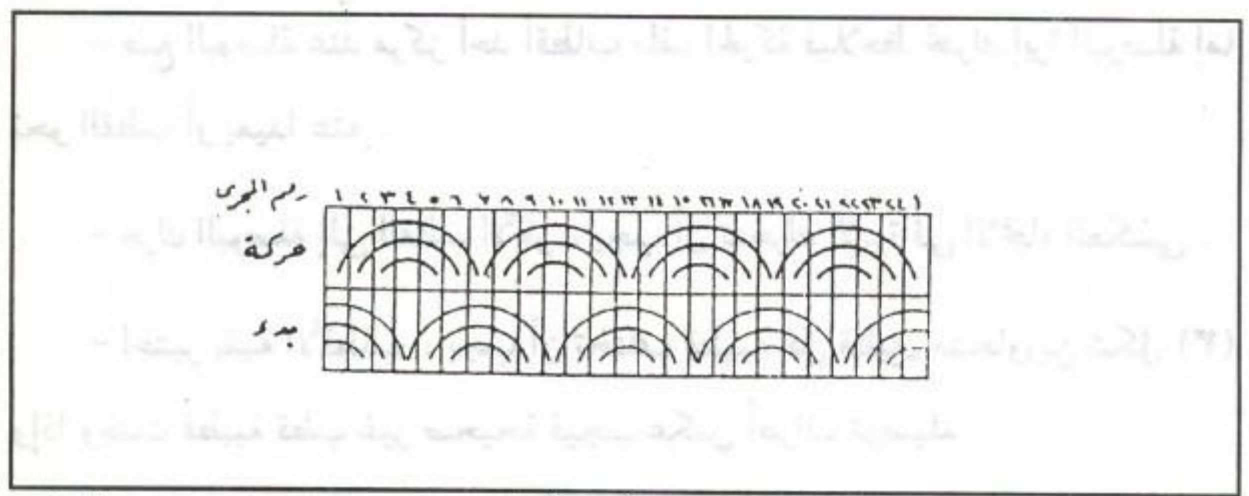
لوحة معلومات لمحرك ذى وجه مشطور



شكل (٢ - أ) طريقة تسجيل خطوة الملفات فى مجرى ذى أربعة أقطاب يحتوى على ٢ مجرى . يمكن تسجيل عدد الملفات فى كل ملف إلى جانبه على الرسم ، حسب الرغبة .



شكل (٢ - ب) معلومات الخطوة لمحرك ذى أربعة أقطاب ، يحتوى على ٣٦ مجرى . أقطاب ملفات البدء ليست متماثلة ، فأحد الأقطاب يحتوى على أربعة ملفات ، بينما يحتوى الأخر على ثلاثة .



شكل (٢ - جـ) معلومات الخطوة لمحرك ذى أربعة أقطاب ، يحتوى على ٢٤ مجرى . الملفات الخارجية للأقطاب المتجاورة تحتل نفس المجرى .

- انزع العازل القديم الموضوع فى المجارى وحدد نوعه .

٨ - قم بتنظيف المجارى للعضو الثابت من بقايا الملفات والعازل .

٩ - قم بتنفيذ الرسم الانفرادى لملفات العضو الثابت .

١٠ - قم بتركيب عوازل مجارى العضو (الورق البرسبان) كما سبق إيضاحه فى المحركات الثلاثية الأوجه .

١١ - قم بتجهيز مجموعة ملفات الحركة ، مجموعة ملفات البدء .

١٢ - طبقا للرسم الانفرادى ضع كلاً من ملفات الحركة ، وملفات البدء فى المجارى الخاصة بها (كل مجموعة على حدة طبقا لخطوة اللف وبعد ملفات البدء عن الحركة والسابق تسجيله) .

١٣ - قم بتوصيل ملفات المحرك (الحركة ، البدء) .

١٤ - اختبر قطبية كل من أقطاب ملف الحركة وملف البدء .

- قم بتوصيل مصدر جهد مستمر (٦ : ٢٤ فولت) بطرفى ملف الحركة .

- ضع البوصلة عند مركز أحد أقطاب ملف الحركة فيلاحظ تحرك إبرة البوصلة إما نحو القطب أو بعيدا عنه .

- حرك البوصلة إلى القطب الآخر ، يجب أن تتحرك الإبرة فى الاتجاه العكسى .

- اختبر بقية الأقطاب ، يجب أن تختلف قطبية كل قطبين متجاورين شكل (٣) وإذا وجدت قطبية قطب غير صحيحة فيجب عكس أطراف توصيله .

- اختبر قطبية ملف البدء ، متبعا نفس الطريقة السابقة .

١٥ - قم بجدل وتوصيل أطراف الأقطاب .

- قم بقطع جزء من سلك كل طرف من أطراف الأقطاب لتقصيرها .

- قم بتقشير جزء طوله ١ سم من العازل على الأطراف .

- ضع غلافا عازلا مكرونة على أحد الطرفين المراد توصيلهما معا .

- اجدل الطرفين معا (فى الجزء الذى تم إزالة العازل منه) .

- قم بلحام الجزء المجدول بالقصدير .

- حرك الغلاف العازل (المكرونة) على الوصلة المجدولة الملحومة .

- قم بجدل لحام أسلاك مرنة مع أطراف كل من ملف البدء وملف الحركة لتوصيلهما بالروزيتية الخارجية للمحرك بنفس طريقة التوصيل السابقة (التقشير - المكرونة - الجدل - اللحام) .

١٦ - توصيل مفتاح الطرد المركزى .

- أحضر الغطاء الجانبى المحتوى على مفتاح الطرد المركزى .

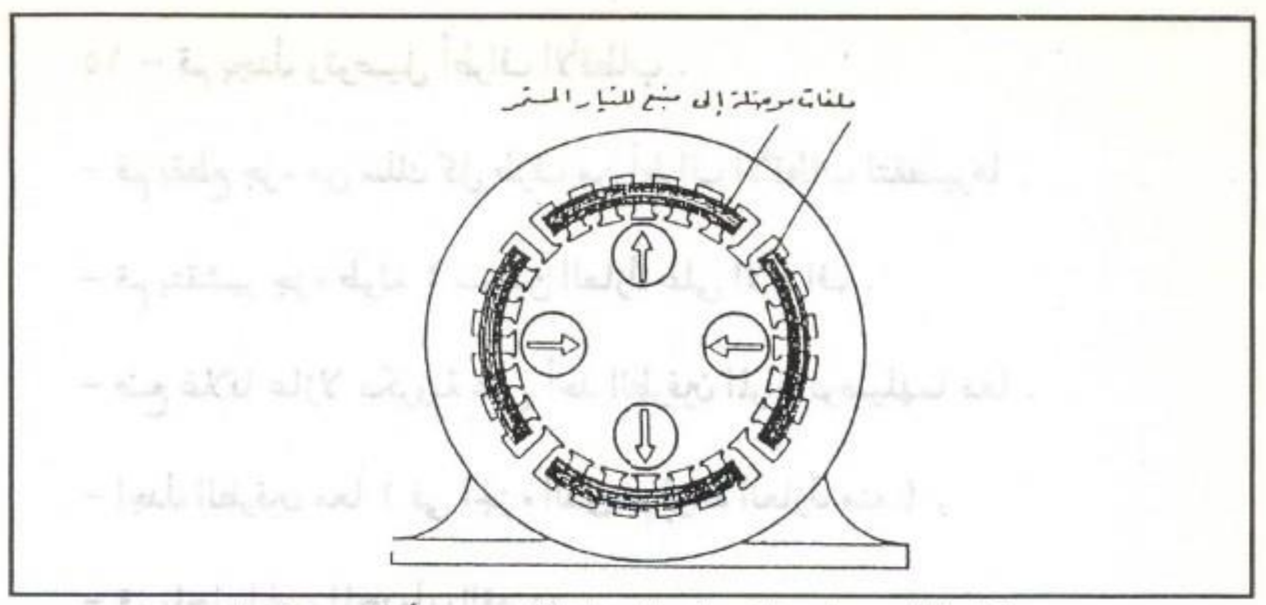
- صل إحدى نهايتى ملف البدء على التوالى مع المفتاح .

- قم بتركيب هذا الغطاء فى مكانه على جسم العضو الثابت .

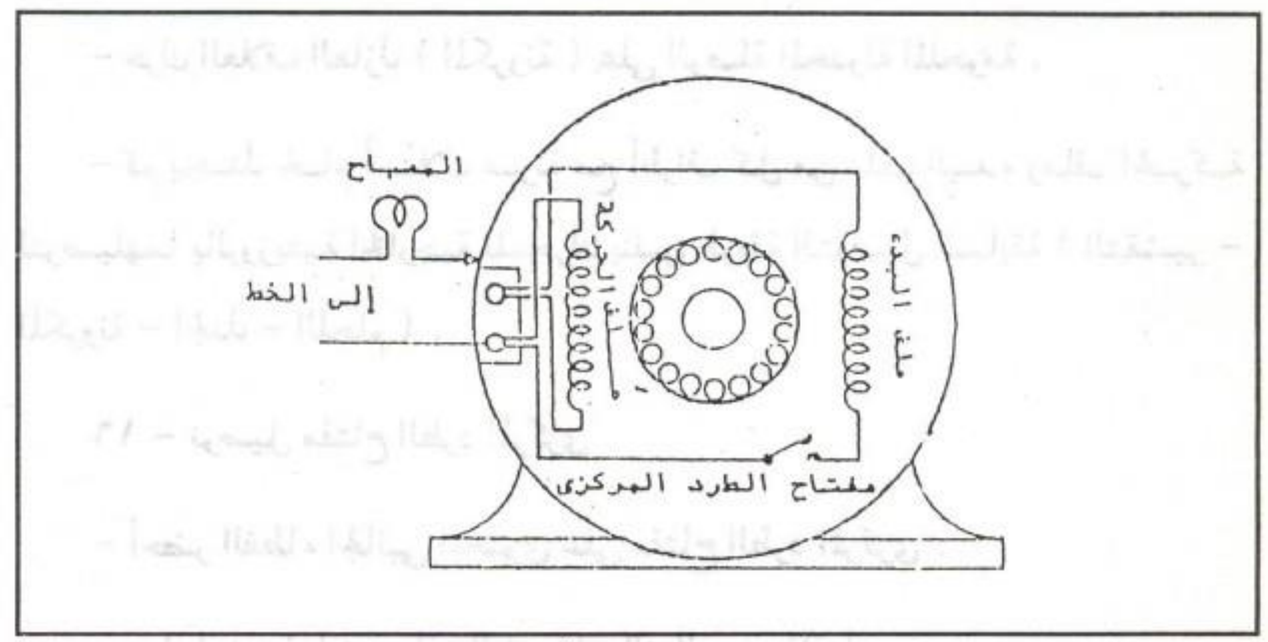
- صل طرف المفتاح الثانى بسلك مرن معزول وتأكد من أن طول هذا السلك للوصول إلى الروزيتة الخارجية للمحرك .

١٧ - قم بتركيب العضو الدوار .

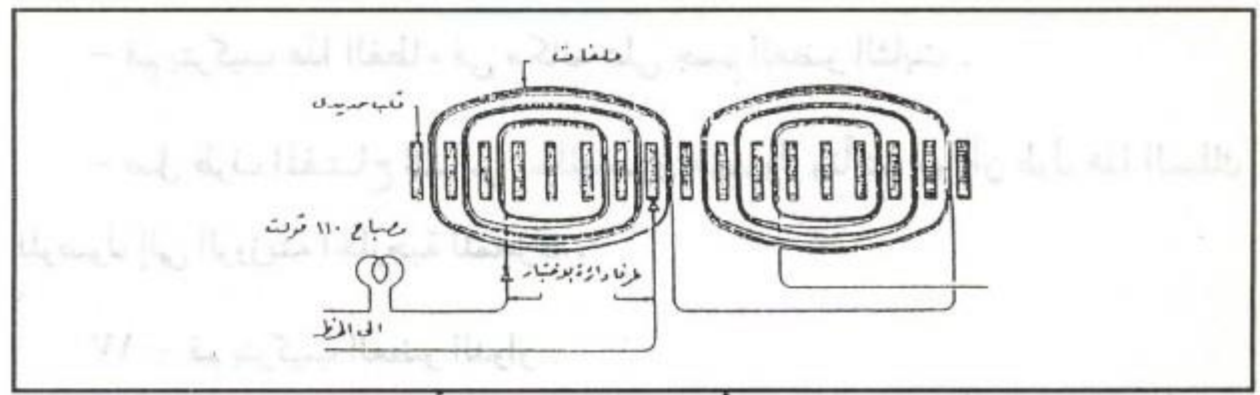
١٨ - قم بتركيب الغطاء الجانبى الثانى وضع المسامير فى أماكنها وثبتها .



شكل (٣) يبين طريقة الاختبار بالبوصلة للكشف عن أقطاب معكوسة



شكل (٤ - أ)



شكل (٤ - ب) للكشف عن التماس الأرضى فى الملفات ، صل أحد طرفى دائرة الاختبار إلى الملفات والطرف الثانى إلى القلب الحديدى . إذا أضاء المصباح دل ذلك على وجود تماس أرضى .

١٩ - اختبار ملفات المحرك لاكتشاف أى تلامسات أرضية .

- صل أحد طرفى مصباح الاختبار بجسم المحرك .

- لامس الطرف الآخر لمصباح الاختبار بأطراف الأسلاك المرنة المتصلة بملفى البدء والحركة واحدا بعد الآخر شكل (٤) فإذا أضاء المصباح دل ذلك على وجود تلامس أرضى بأحد الملفات حاول تحديد مكانه وإذا تعذر قم بفك وصلات الأقطاب واختبر كل قطب بنفس الطريقة لتحديد القطب الذى يوجه به التلامس الأرضى وإذا لم يمكنك إصلاح عيب التلامس الأرضى يجب إعادة لف المحرك مرة أخرى .

٢٠ - اختبار الملفات لاكتشاف الدوائر المفتوحة شكل (٥) .

- استخدم مصباح الاختبار فى اكتشاف الدوائر المفتوحة فى كل من ملفات الحركة وملفات البدء ، إضاءة المصباح دليل على عدم وجود ملفات مفتوحة . عدم الإضاءة يدل على وجود ملفات مفتوحة . حاول تحديد مكان الفتح واعمل على إصلاحه كالمتبع فى الخطوة السابقة .

٢١ - اختبار الملفات لاكتشاف وجود أى دوائر قصر فيها بنفس الطريقة السابق استخدامها فى المحركات الثلاثية الأوجه .

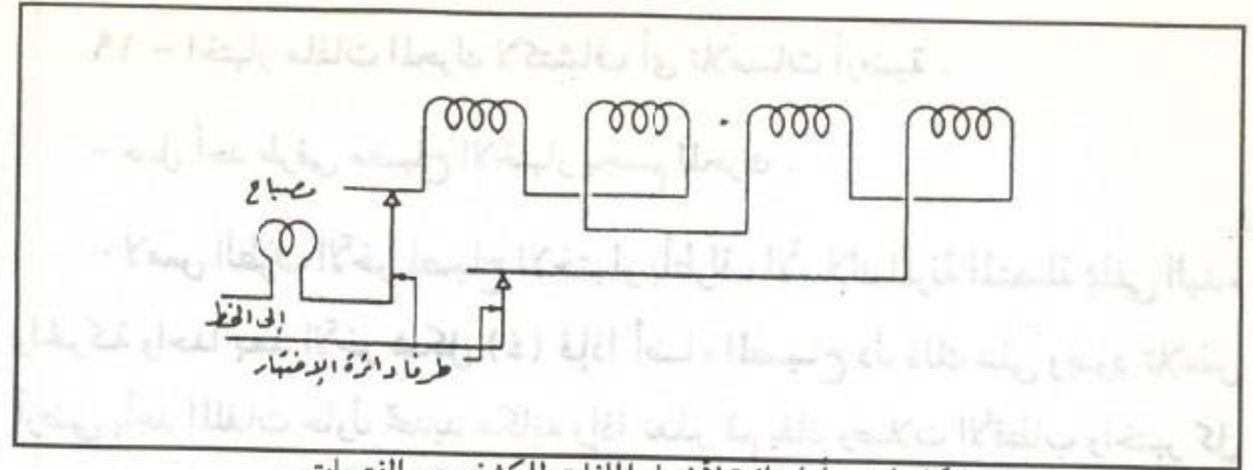
٢٢ - تحميض الملفات الجديدة - كما سبق بيانه والتدريب عليه .

٢٣ - دهان الملفات الجديدة بالورنيش - كما سبق بيانه والتدريب عليه .

٢٤ - تجميع المحرك .

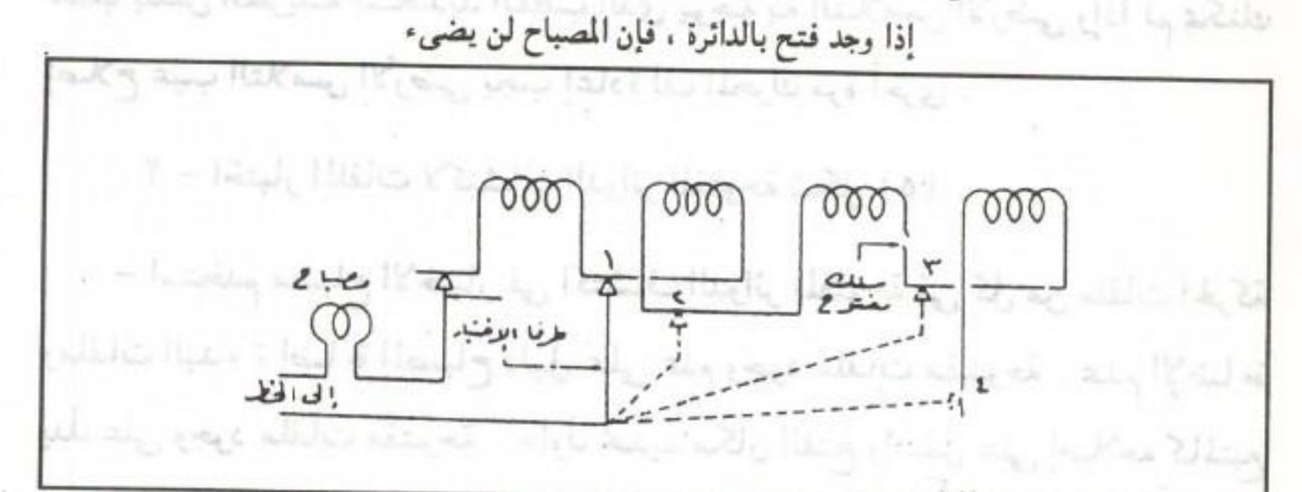
٢٥ - اختبار دوران عمود المحرك بسهولة .

٢٦ - اختبار كراسى التحميل لتتأكد من عدم إمكان تحريك عمود العضو الدوار أفقيًا أو رأسيًا .

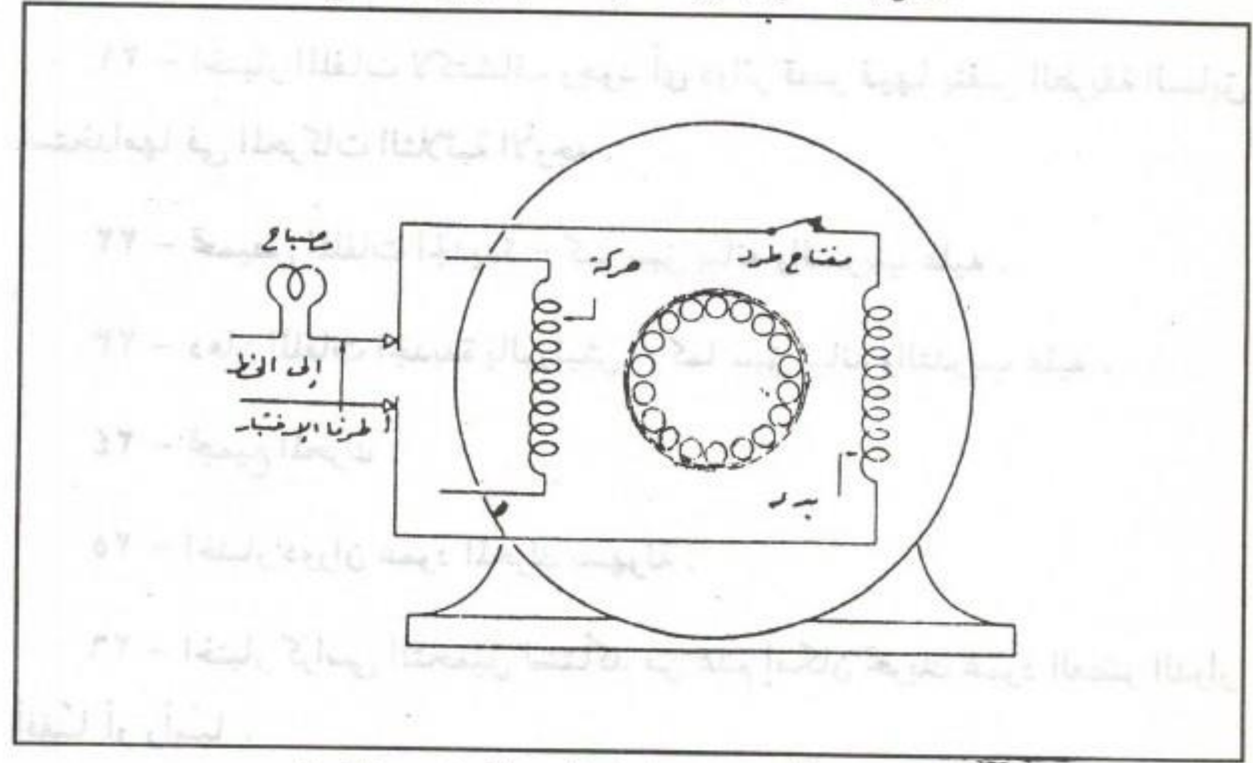


شكل (٥ – أ) دائرة لأختبار الملفات للكشف عن الفتحات .

إذا وجد فتح بالدائرة ، فإن المصباح لن يضىء



شكل (٥ – ب) طريقة تحديد القطب الموجود به المفتح



شكل (٥ – جـ) أختبار دائرة ملفات البدء للكشف عن الفتحات .

الرسم الانفرداى لملفات العضو الثابت

للمحركات الاستنتاجية الأحادية الوجه

يختلف الرسم الانفرادى لملفات الأعضاء الثابتة لمحركات التيار المتردد الأحادية الوجه عنها فى حالة المحركات الثلاثية الأوجه وذلك من حيث :

١ - يوجد فى المحرك الأحادى الوجه نوعان من الملفات (ملفات تشغيل - ملفات تقويم) تختلف كل منها فى العدد فقد تتساوى عدد ملفات التشغيل مع عدد ملفات التقويم أو قد يساوى عدد ملفات التشغيل ضعف عدد ملفات التقويم كما أن نوعى الملفات يختلف فى عدد لفات كل ملف وفى مساحة المقطع بينما فى المحرك الثلاثى الأوجه توجد نوعية واحدة من الملفات تتحد فى عدد لفاتها وفى مساحة القطع .

٢ - تختلف الزاوية الكهربائية بين بداية وجه وبداية وجه آخر - أو بين نهاية وجه ونهاية وجه آخر فى المحركات الثلاثية الأوجه عنها فى المحركات الأحادية الوجه .

$$\text{الزاوية الكهربائية فى المحركات الثلاثية الأوجه} = \frac{١٢٠}{\text{الناتج من الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الزاوية الكهربائية الأحادية الوجه} = \frac{٩٠}{\text{الناتج من الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{١٨٠ \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجارى}}$$

وحيث إننا بصدد التدريب على إعادة لف المحرك الاستنتاجى الأحادى الوجه لذا يجب الاهتمام البالغ بتسجيل المعلومات الخاصة بكل من نوعى الملفات (عددها -

عدد لفات كل ملف - خطوة اللف - قطر السلك) إذ يرجع ذلك إلى تصميم المحرك .

وتلك المعلومات تساعد فى تنفيذ الرسم الانفرادى والتطبيقات التالية توضح أمثلة لانفراد ملفات العضو الثابت لمحركات استنتاجية أحادية الوجه .

التطبيق الأول :

محرك استنتاجى أحادى الوجه - عدد المجارى ١٢ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب ، عدد ملفات التشغيل = عدد ملفات التقويم = ٤ ملف . شكل (١)

التطبيق الثانى :

محرك استنتاجى أحادى الوجه - عدد المجارى ٢٤ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب ، عدد ملفات التشغيل = ٢عدد ملفات التقويم = ٨ ملف . شكل (٢)

التطبيق الثالث :

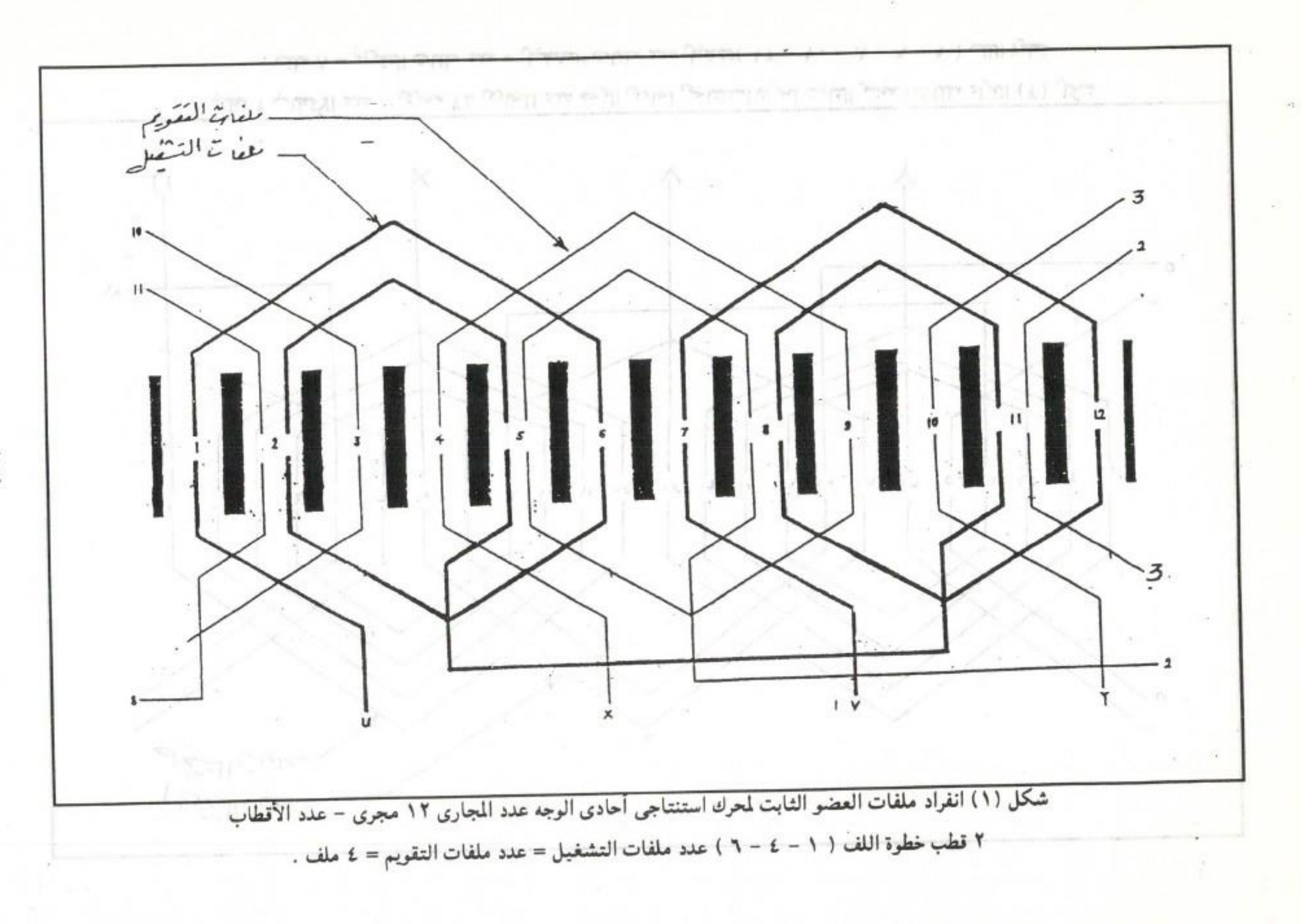
محرك استنتاجى أحادى الوجه - عدد المجارى ٢٤ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب - عدد ملفات التشغيل = ٢عدد ملفات التقويم = ٨ ملف . شكل (٣)

التطبيق الرابع :

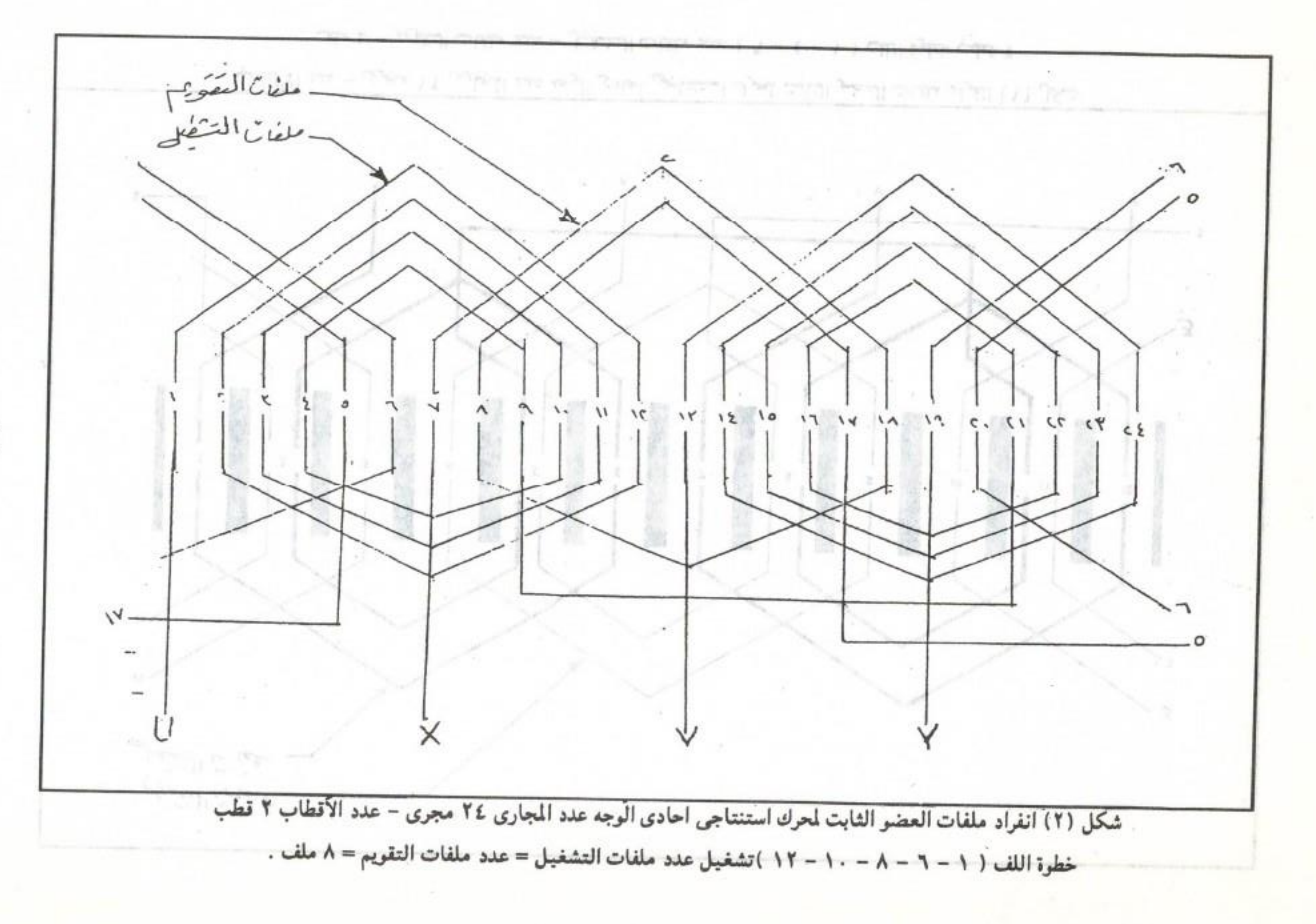
محرك استنتاجى أحادى الوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب ، عدد ملفات التشغيل = عدد ملفات التقويم = ١٢ ملف . شكل (٤)

التطبيق الخامس :

محرك استنتاجى أحادى الوجه - عدد المجارى ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٦ قطب - عدد ملفات التشغيل = عدد ملفات التقويم = ١٢ ملف شكل (٥) .

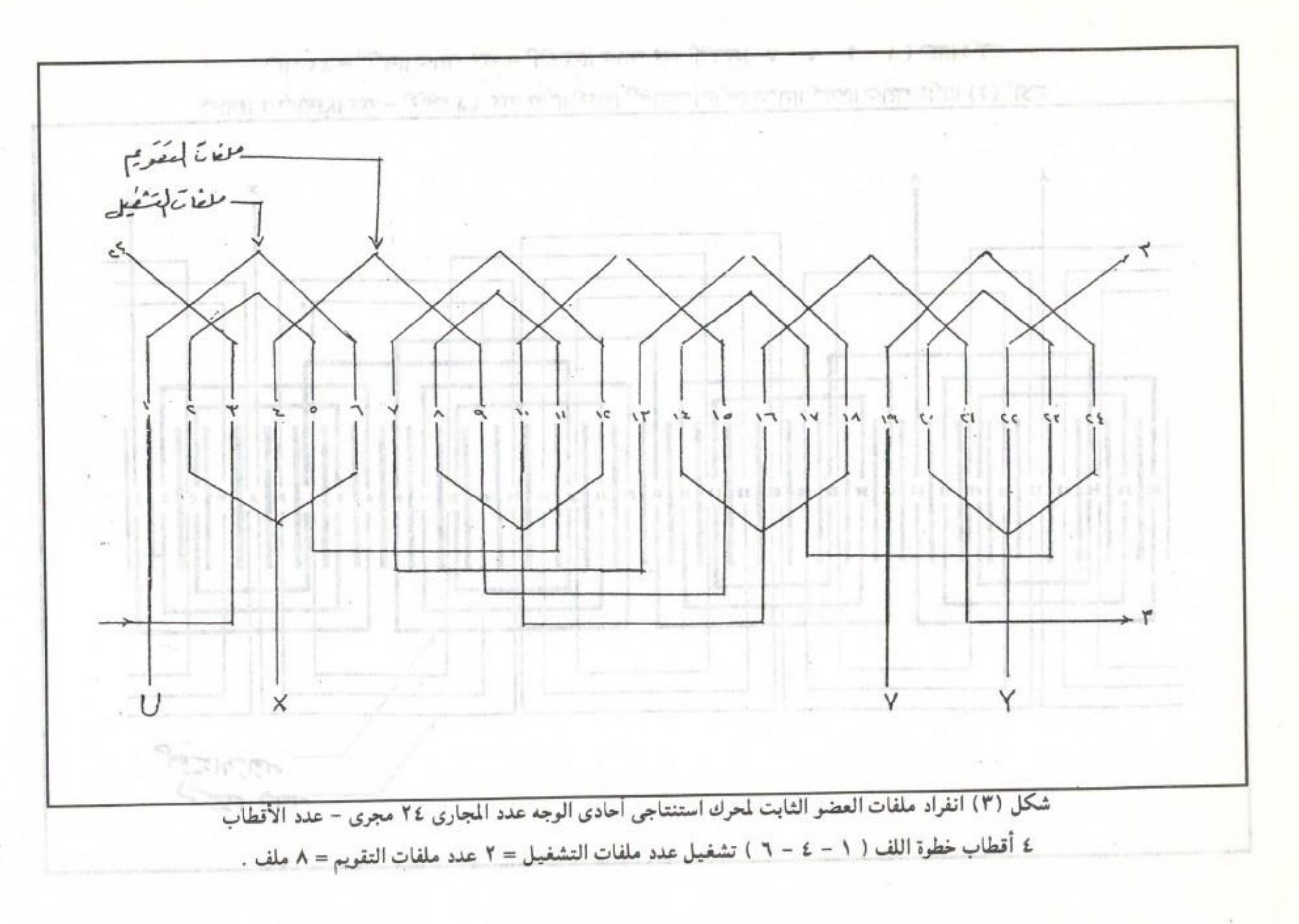


شكل (١) انفراد ملفات العضو الثابت لمحرك استنتاجى أحادى الوجه عدد المجارى ١٢ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب خطوة اللف (١ - ٤ - ٦) عدد ملفات التشغيل = عدد ملفات التقويم = ٤ ملف .

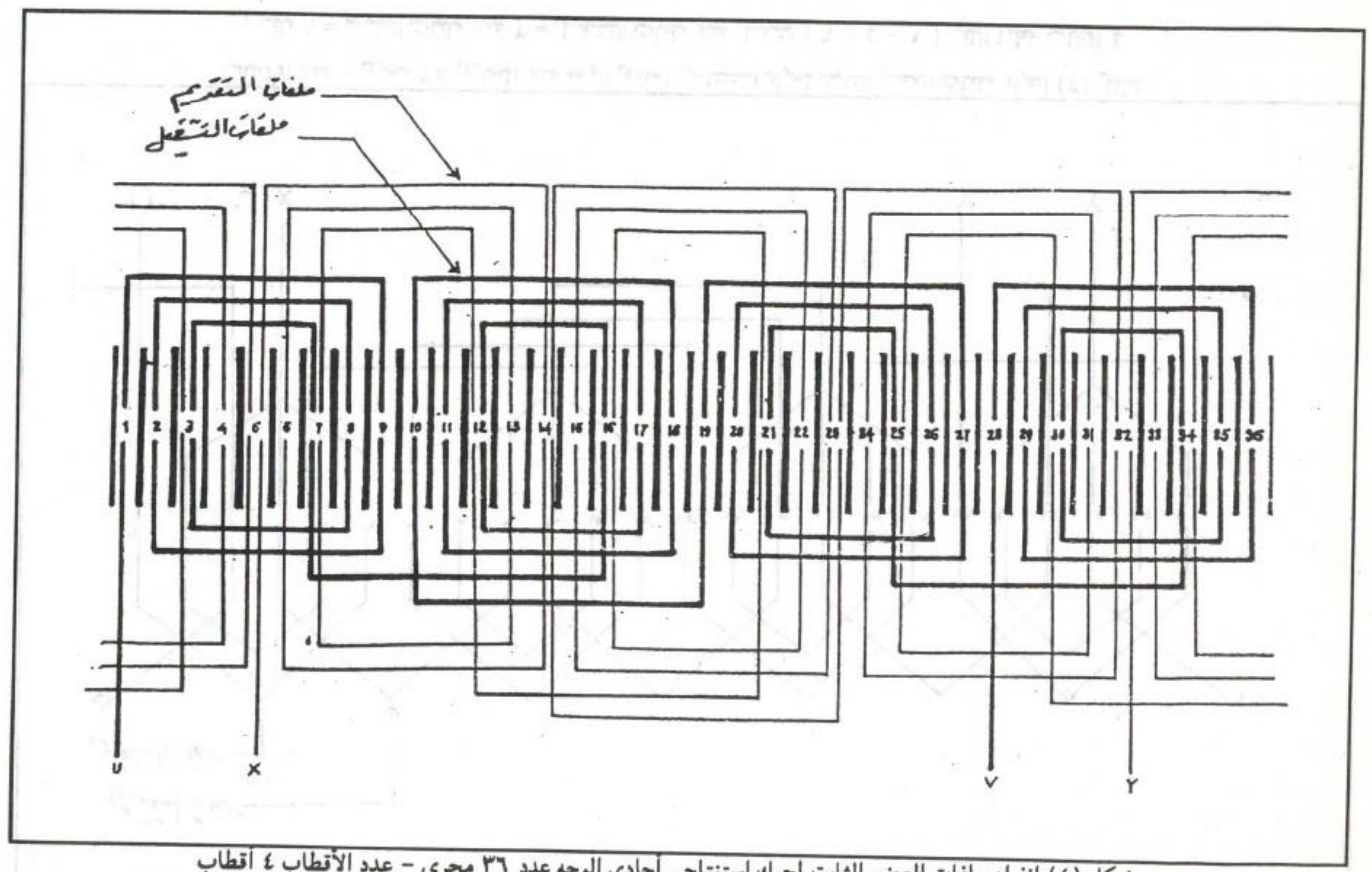


شكل (٢) انفراد ملفات العضو الثابت لمحرك استنتاجي احادى الوجه عدد المجارى ٢٤ مجرى - عدد الأقطاب ٢ قطب

خطوة اللف (١ - ٦ - ٨ - ١٠ - ١٢)تشغيل عدد ملفات التشغيل = عدد ملفات التقويم = ٨ ملف .



شكل (٣) انفراد ملفات العضو الثابت لمحرك استنتاجي أحادى الوجه عدد المجارى ٢٤ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب خطوة اللف (١ - ٤ - ٦) تشغيل عدد ملفات التشغيل = ٢ عدد ملفات التقويم = ٨ ملف .

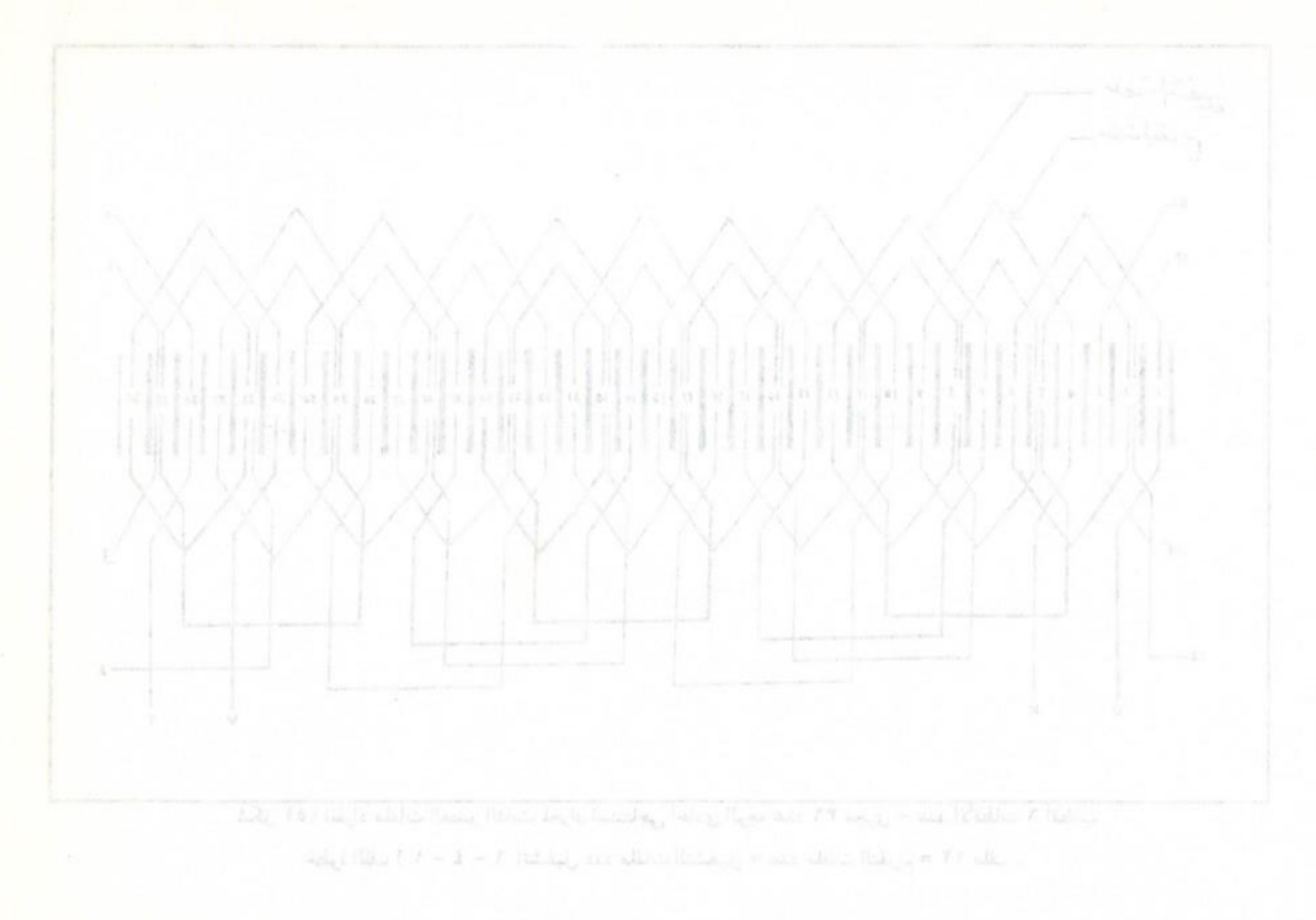


شكل (٤) انفراد ملفات العضو الثابت لمحرك استنتاجى أحادى الوجه عدد ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٤ أقطاب

خطوة اللف (١ - ٤ - ٦ - ٨)تشغيل عدد ملفات التشغيل = عدد ملفات التقويم = ١٢ ملف .

شكل (٥) انفراد ملفات العضو الثابت لمحرك استنتاجي أحادي الوجه عدد ٣٦ مجرى - عدد الأقطاب ٦ أقطاب

خطوة اللف (١ - ٤ - ٦)تشغيل عدد ملفات التشغيل = عدد ملفات التقويم = ١٢ ملف .



الباب الخامس

العضو الدوار الملفوف لآلات التيار المستمر

والمحركات العامة

العضو الدوار الملفوف لآلات التيار المستمر

والمحركات العامة

يطلق على العضو الدوار لمحركات أو مولدات التيار المستمر وكذلك المحركات العامة اسم عضو الإنتاج حيث إنه ينتج التيار بالمولدات وينتج الحركة فى المحركات وهو يتكون من قلب حديدى مجمع من رقائق من الصلب . ويحتوى على مجار توضع بها ملفات من السلك والرقائق مركبة على عمود من الحديد الصلب يحمل الموحد أيضا الذى يتكون من مجموعة قضبان نحاسية معزولة عن بعضها وأيضا عن عمود الإدارة بالميكا وهذا الموحد ينقل التيار من فرش كربونية إلى الملفات الموضوعة فى المجارى (فى حالة المحرك بينما العكس فى حالة المولد) .

ويبين الشكل (١) عضو الإنتاج .

لف عضو الإنتاج :

تتكون العملية الكاملة للف عضو الإنتاج من عدد من الخطوات التى تنفذ بالتتابع وهى :

١ - آخذ المعلومات أثناء فك الملفات وخلعها من عضو الإنتاج وتسجيلها فى لوحة البيانات .

٢ - عزل مجارى القلب .

٣ - لف الملفات بالمجارى وعزلها .

٤ - توصيل أطراف الملفات بالموحد .

٥ - لحام الأطراف بالموحد .

٦ - اختبار الملفات الجديدة .

٧ - التحميض والدهان بالورنيش .

لوحة البيانات :

يبين الشكل (٢) لوحة بيانات عضو الإنتاج والتى تحتوى على أهم البيانات التى يجب تسجيلها بدقة عند إعادة لف عضو الإنتاج .

ملفات عضو الإنتاج :

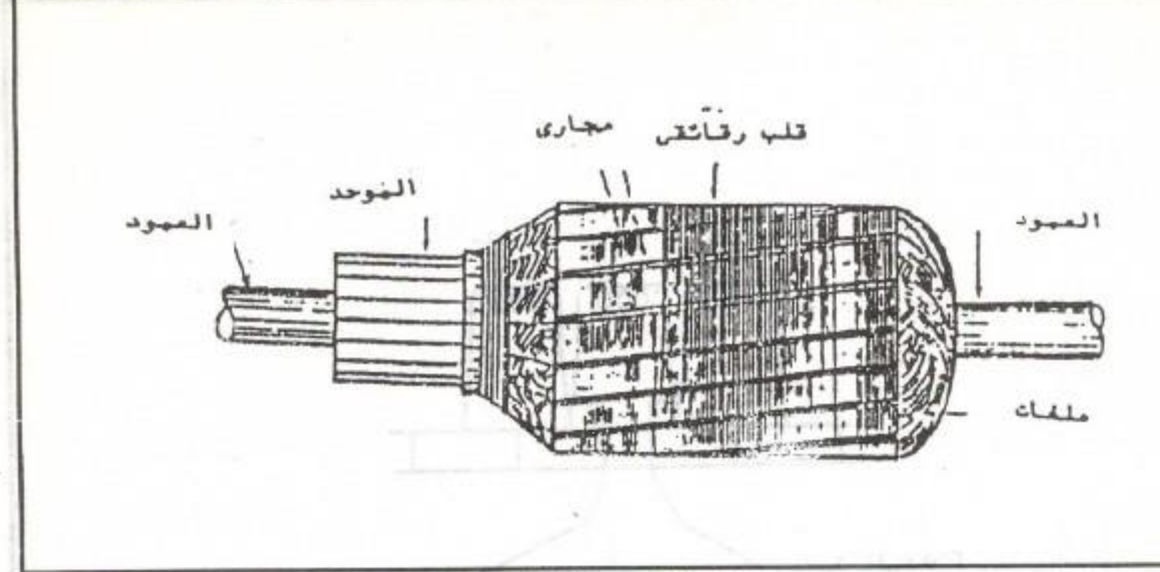
تنقسم ملفات أعضاء الإنتاج إلى نوعين رئيسيين هما :

(أ) الملفات الانطباقية .

(ب) الملفات التموجية .

وينحصر الفرق بين النوعين فى طريقة توصيل أطراف الملف إلى قضبان الموحد . ففى اللف الانطباقى البسيط يوصل طرفا البداية والنهاية للملف إلى قضيبين متجاورين فى الموحد شكل (٣) وفى اللف الانطباقى النهائى توصيل نهاية الملف على بعد قضيبين من بدايته شكل (٤) وفى اللف الانطباقى الثلاثى توصل نهاية الملف على بعد ثلاثة قضبان من بدايته شكل (٥) .

بينما فى اللف التموجى فيوصل الطرفان الابتدائى والنهائى للملف إلى قضيبى موحد متباعدين عن بعضهما ويتوقف ذلك على عدد الأقطاب فهما يوصلان فى المحرك رباعى الأقطاب بقضيبين متقابلين قطريا فى الموحد وفى المحرك سداسى الأقطاب يوصلان بقضيبين يبعد أحدهما عن الآخر بمقدار ثلث عدد الأقطاب



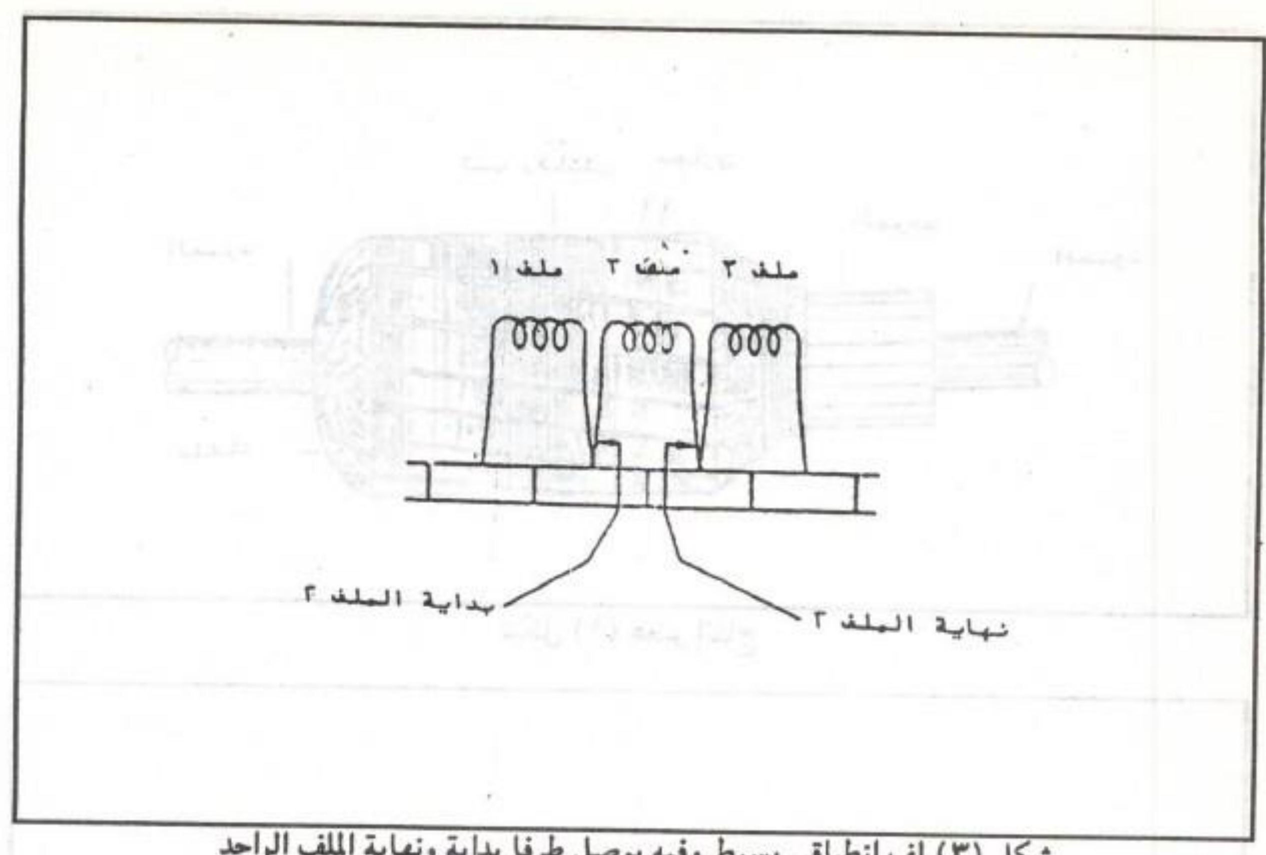
شكل (١) عضو إنتاج

الكيلو وات	القدرة بالحصان	اللفات فى الدقيقة	الفولت	الامبير
عدد المجارى	عدد القضبان	مقاس السلك	خطوة اللف	نوع اللف

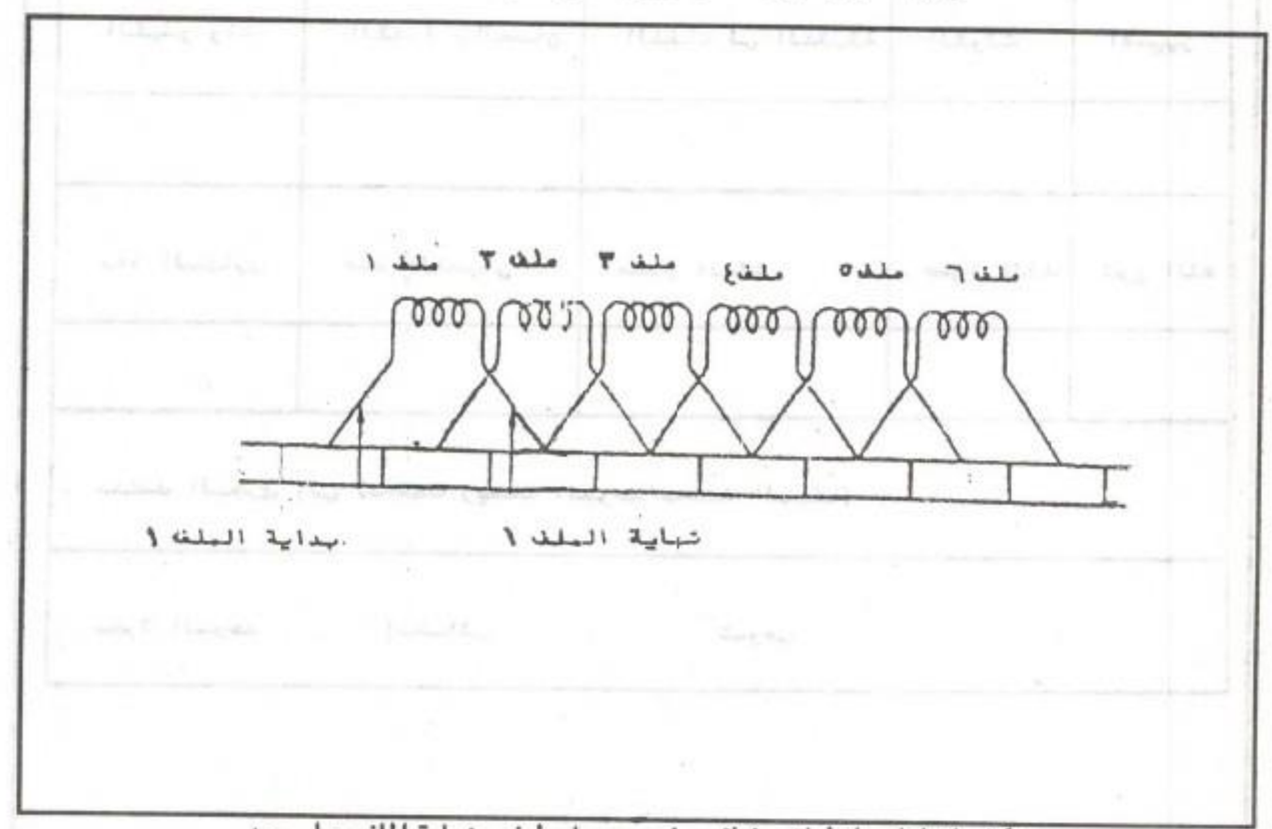
- منتصف المجرى إلى (منتصف ريشات الموحد/منتصف الميكا)

خطوة الموحد   إنطباقى   تموجى

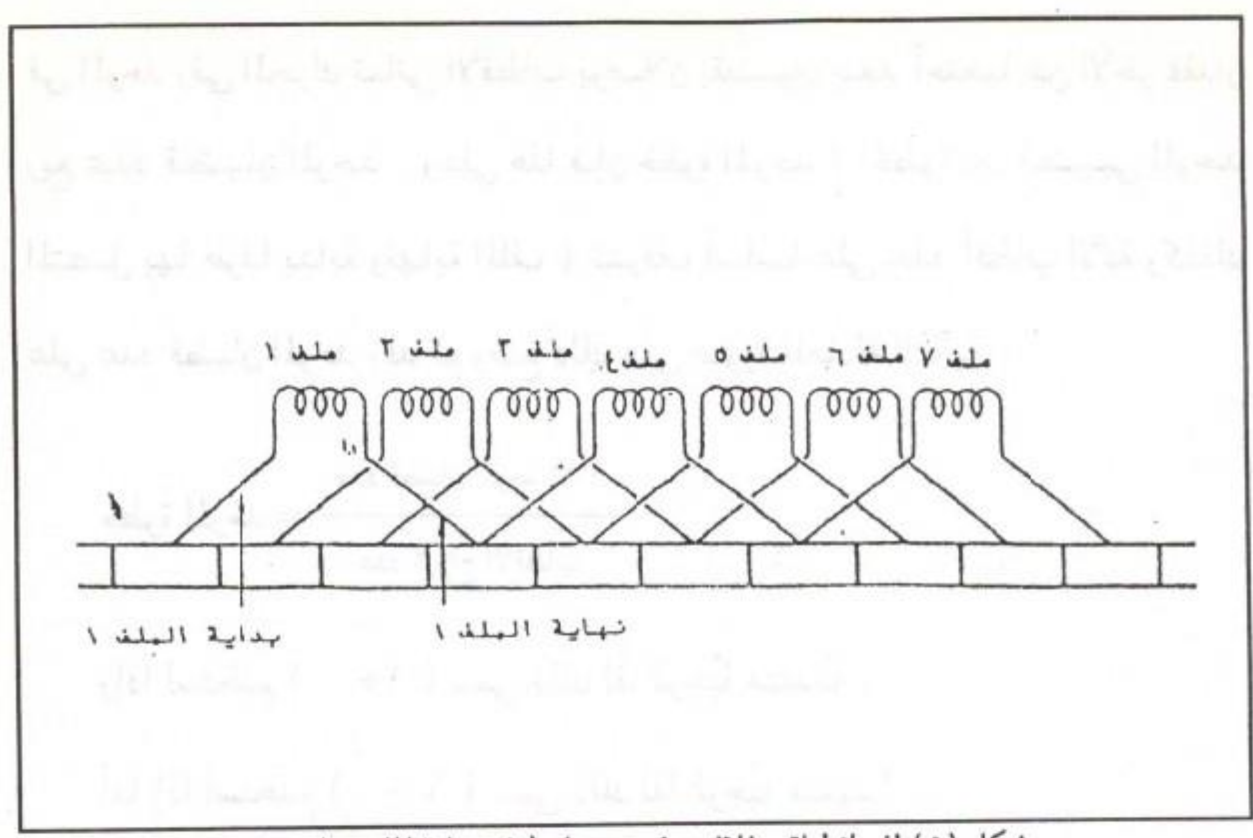
شكل (٢) لوحة بيانات عضو إنتاج



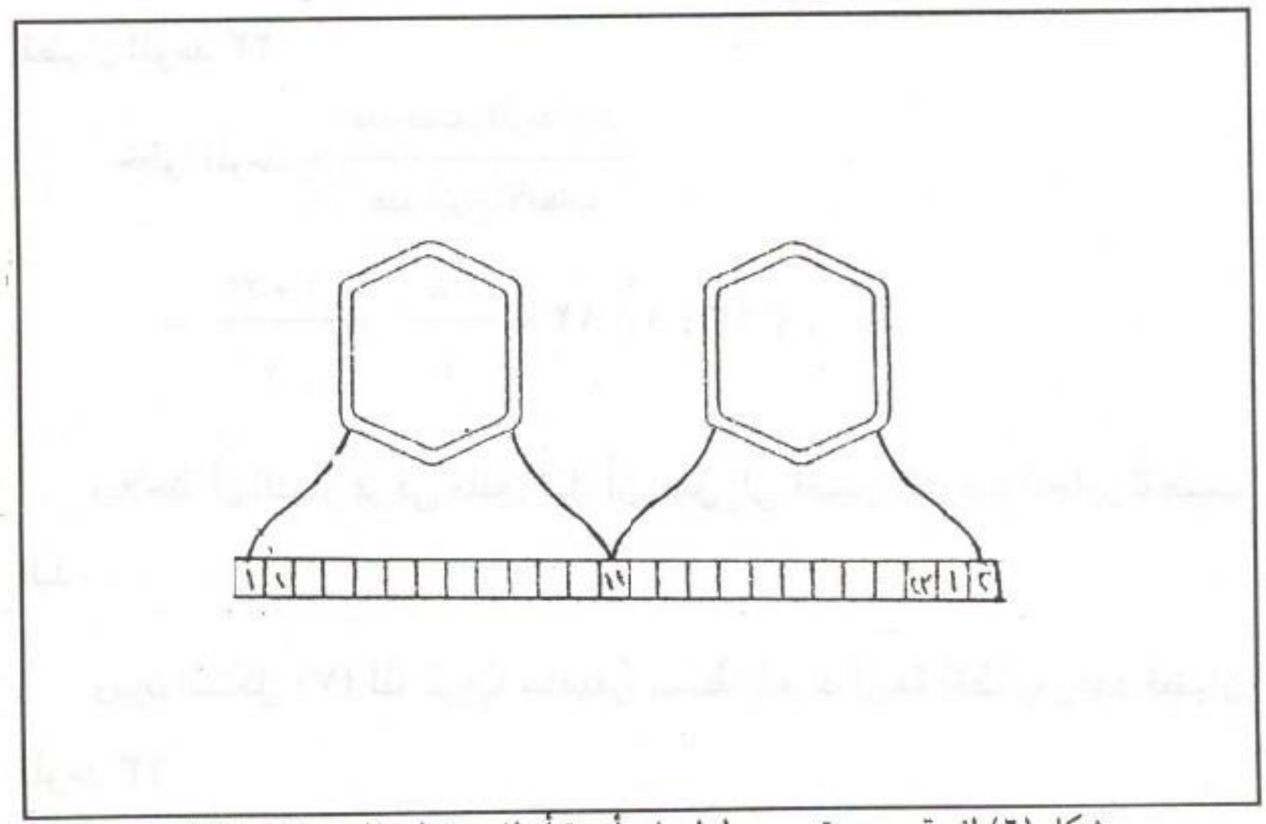
شكل (٣) لف انطباقى بسيط وفيه يوصل طرفا بداية ونهاية الملف الراحد
إلى قضيبين توحيد متجاورين خطوة الموحد (١ : ٢)



شكل (٤) لف انطباقى ثنائى وفيه يوصل طرفه ونهاية الملف على بعد
قضيبين توحيد من القضيب المتصل به بداية الملف خطوة الموحد (١ : ٢)



شكل (٥) لف انطباقى ثلاثى وفيه يوصل طرف نهاية الملف على بعد
ثلاثة قضبان من القضيب المتصل به بداية الملف خطوة الموحد (١ : ٣)



شكل (٦) لف تموجى متقدم بسيط لمحرك بأربعة أقطاب وخطوة الموحد (١ : ١٣)

بر التيار فى ملفين قبل أن يصل إلى القضيب المجاور لقضيب البدء

فى الموحد وفى المحرك ثمانى الأقطاب يوصلان بقضيبين يبعد أحدهما عن الآخر بمقدار ربع عدد قضبان الموحد . وعلى هذا فإن خطوة الموحد (الخطوة بين قضيبى الموحد المتصل بها طرفا بداية ونهاية الملف) تتوقف أساسا على عدد أقطاب الآلة وكذلك على عدد قضبان الموحد وقد تم وضع ذلك على صورة المعادلة التالية :

$$\text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد قضبان الموحد} \pm ١}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

وإذا استخدم (+١) سمى ذلك لفًا تموجيًا متقدمًا .

أما إذا استخدم (- ١) سمى ذلك لفًا تموجيًا متقهقراً .

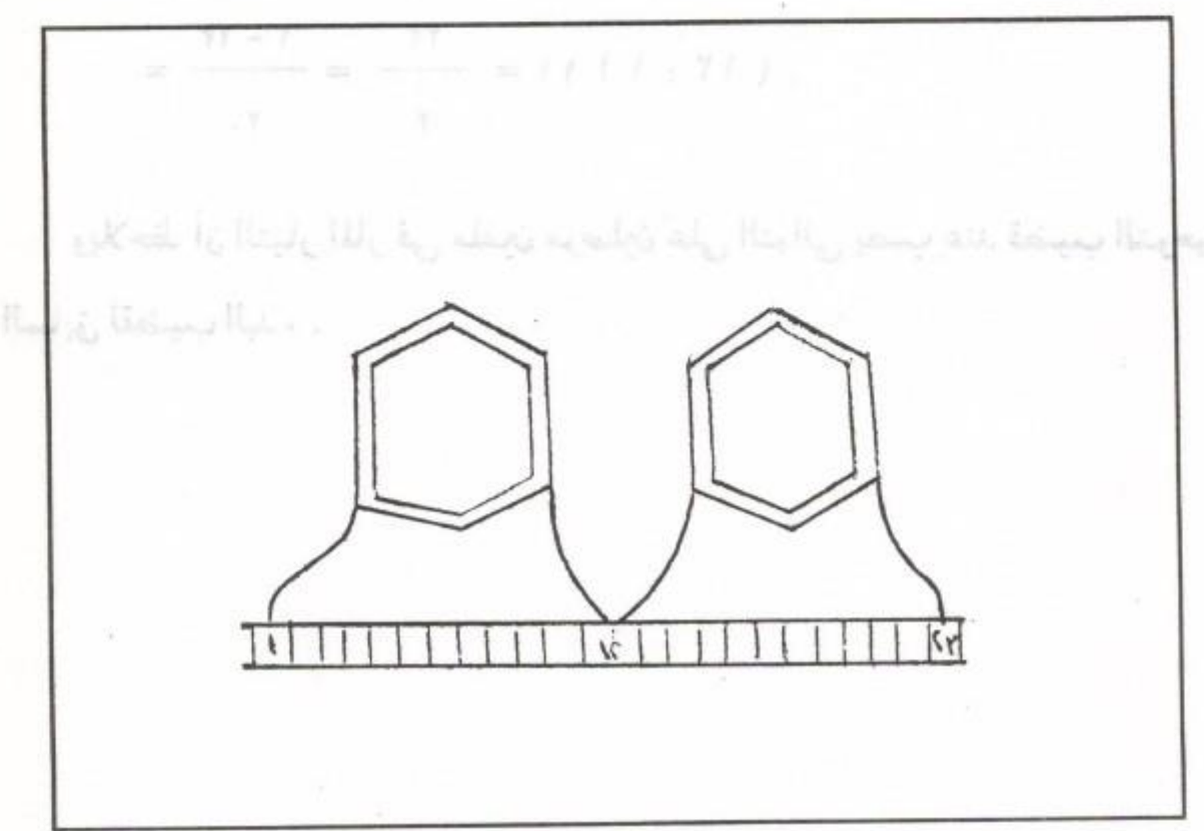
ويبين الشكل (٦) لفًا تموجيًا متقدمًا بسيطًا لمحرك أربعة أقطاب وعدد قضبان الموحد ٢٣

$$\text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد قضبان الموحد} + ١}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

$$= \frac{٢٣ + ١}{٢} = \frac{٢٤}{٢} = ١٢ \ (١ : ١٣) .$$

ويلاحظ أن التيار يمر فى ملفين قبل أن يصل إلى قضيب التوحيد المجاور لقضيب البدء .

ويبين الشكل (٧) لفًا تموجيًا متقهقراً بسيطًا لمحرك أربعة أقطاب وعدد قضبان الموحد ٢٣



شكل (٧) لف تموجى متقهقر بسيط لمحرك بأربعة أقطاب وخطوة الموحدة (١ : ١٢)

$$\text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد قضبان الموحد} - ١}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

$$= \frac{٢٣ - ١}{٢٠} = \frac{٢٢}{٢} = ١١ \ (\ ١ : ١٢\ )\ .$$

ويلاحظ أن التيار المار فى ملفين موصلين على التوالى يصب عند قضيب التوحيد السابق لقضيب البدء .

التمرين الأول

الرسم الانفرادى لعضو الإنتاج

(١) اللف الانطباقى

الغرض من التمرين :

التدريب على تنفيذ الرسم الانفرادى لعضو الإنتاج ملفوفًا لفا انطباقيا .

مثال :

عضو استنتاج محرك تيار مستمر ذى أربعة أقطاب وعدد مجارى عضو الاستنتاج ١٦ مجرى وعدد قطاعات عضو التوحيد ملفوفًا لفا انطباقيا بسيطا .

والمطلوب :

١ - الخطوات الحسابية لإعادة اللف .

٢ - الرسم الانفرادى لملفات عضو الاستنتاج .

أولاً -

∵ عدد قطاعات عضو التوحيد = عدد المجارى = ١٦ مجرى .

∴ عدد الملفات = ١٦ ملف

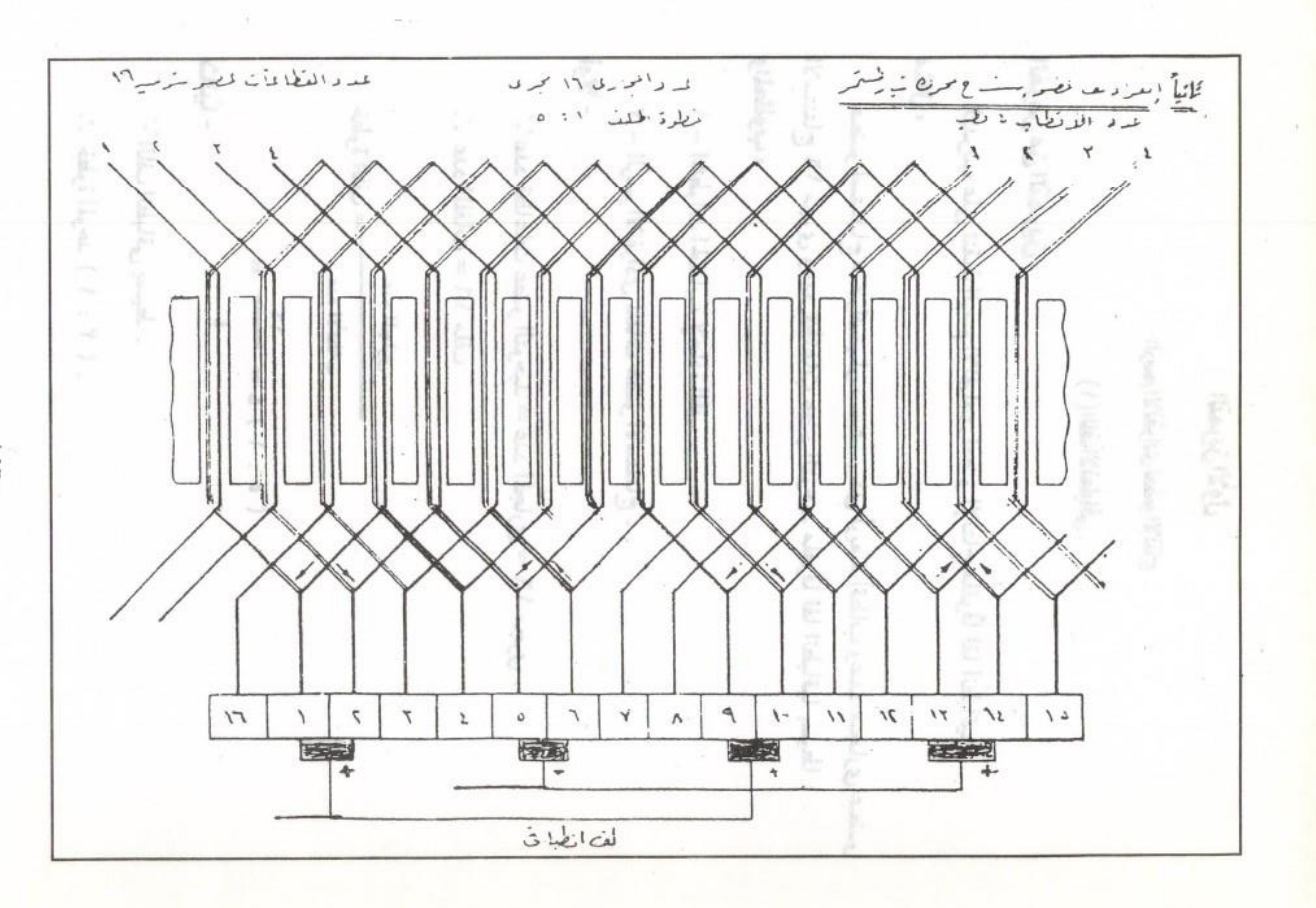
$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$= \frac{١٦}{٤} = ٤ \; (١ : ٥) \, .$$

ثانيًا -

∵ اللف انطباقى بسيط .

∴ خطوة الموحد (١ : ٢) .


عدد المجاري ١٦ مجرى
خطوة الملف ١ : ٥
١٦ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥
لف انطباقي

التمرين الثانى

الرسم الانفرادى لعضو الإنتاج

(٢) اللف التموجى

الغرض من التمرين :

التدريب على تنفيذ الرسم الانفرادى لعضو الإنتاج ملفوفا لفا تموجيا .

مثال :

عضو استنتاج محرك تيار مستمر ذى أربعة أقطاب وعدد مجارى عضو الاستنتاج ١٧ مجرى وعدد قطاعات عضو التوحيد ملفوفا لفا تموجيا بسيطا .

والمطلوب :

١ - الخطوات الحسابية لإعادة اللف .

٢ - الرسم الانفرادى لملفات عضو الاستنتاج .

أولاً -

∵ عدد قطاعات عضو التوحيد = عدد المجارى = ١٧ .

∴ عدد الملفات = ١٧ ملف

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$= \frac{١٧}{٤} = ٤\frac{١}{٤} \; (١ : ٥) \; .$$

ثانيًا - اللف التموجي بسيط .

$$\therefore \text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد قطاعات عضو التوحيد} \pm 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

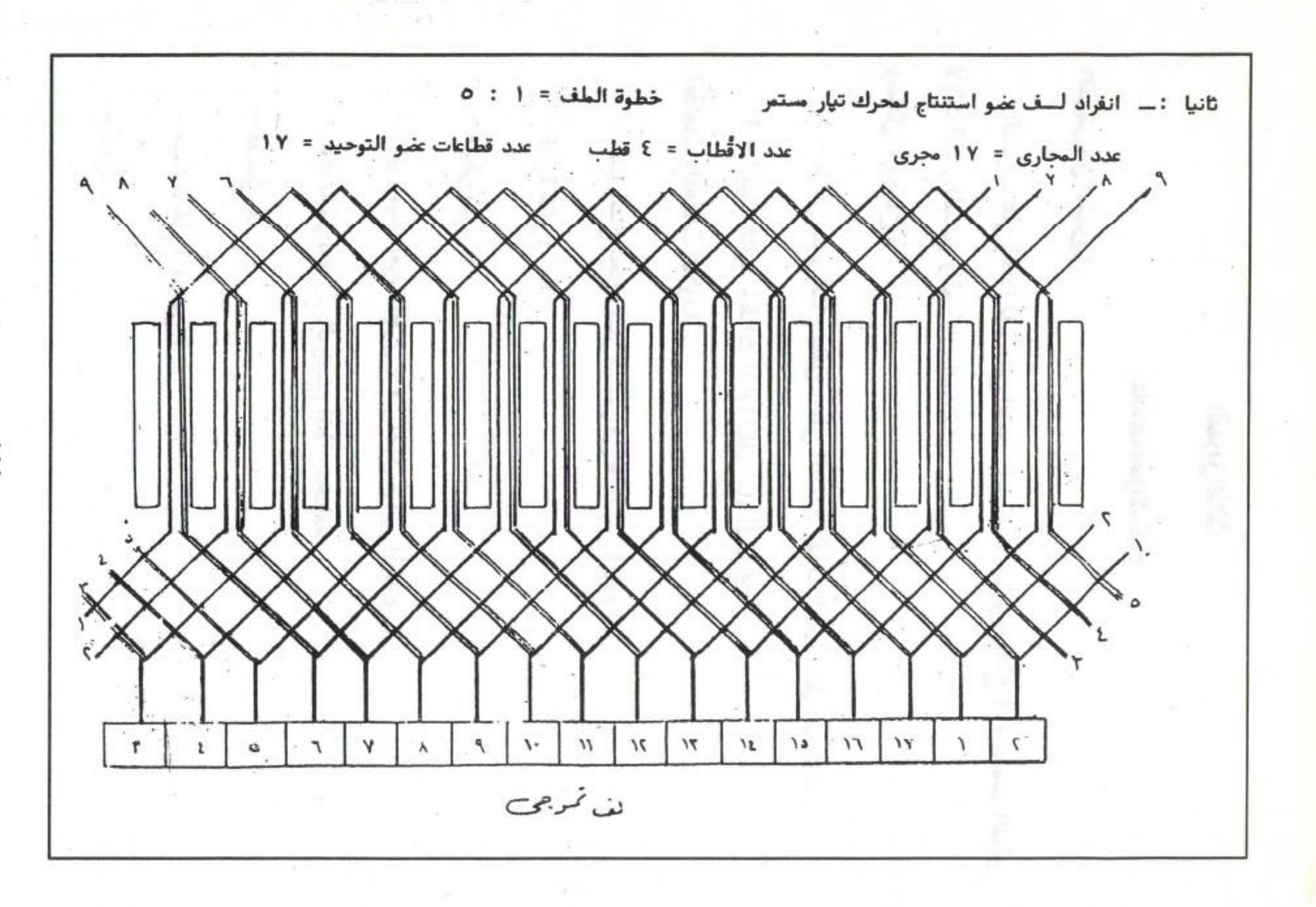
ويفرض أن اللف تموجي متقدم .

$$\therefore \text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد قطاعات عضو التوحيد} + 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

$$= \frac{17 + 1}{2} = \frac{18}{2} = 9 \ (1 : 10) .$$

ثانيا :ــ انفراد لــف عضو استنتاج لمحرك تيار مستمر خطوة الملف = ١ : ٥

عدد المجارى = ١٧ مجرى عدد الأقطاب = ٤ قطب عدد قطاعات عضو التوحيد = ١٧



لف تموجي

التمرين الثالث

إعادة لف عضو الاستنتاج

الغرض من التمرين :

التدريب على إعادة لف منتج التيار المستمر (عضو الإنتاج) أو العضو الدوار لآلات التيار المستمر والمحركات العامة .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض عضو إنتاج ملفوف على المتدربين بهدف التعرف على مكوناته .

٢ - القيام بتنفيذ خطوات إعادة اللف أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- عضو إنتاج لمحرك تيار مستمر فى حاجة إلى إعادة لفه .
- كاوية لحام .
- ميكرومتر .
- ورق برسبان لعزل المجرى - فبر لعمل خوابير المجارى .
- سلك نحاس معزول بالورنيش أقطار مختلفة .
- قصدير لحام .
- مساعد لحام (فلكس) .
- كحول .

خطوات العمل :

١ - قم بتسجيل بيانات المحرك من على اللوحة بياناته وكذلك البيانات من عضو الإنتاج فى جدول كالسابق إيضاحه .

- قم بعد المجارى - وعدد قضبان الموحد .

- سجل مقدار ترحيل الأطراف - قم بعمل علامات على المجرتين الخاصتين بملف معين وكذلك على قضيبى الموحد الموصل إليهما بداية ونهاية نفس الملف .

- سجل خطوة اللف - خطوة اللحام .

- حدد عدد الملفات بكل مجرى .

- قم بعد وتسجيل عدد اللفات بكل ملف .

- حدد مقاس قطر السلك باستخدام الميكرومتر وحدد نوع عازل السلك (ورنيش - قطن - أو الاثنين معا) .

- قس الدور المحورى للملف (بروز الملف خارج المجارى فى اتجاه محور عضو الإنتاج) .

٢ - قم برفع الملفات من عضو الإنتاج .

- افصل أطراف الملفات من قضبان الموحد باستخدام كاوية لحام .

- اقطع الدوبار الملفوف حول أطراف الملفات المتصلة بالموحد .

- ارفع الملفات من على المجارى .

- حدد نوع العازل المستخدم فى المجارى وقم بإزالته من جميع المجارى .

٣ - قم بإعادة عزل المجارى وعمود جانبى قلب عضو الإنتاج .

٤ - قم بإعادة لف عضو الإنتاج .

- وذلك بمسك عضو الإنتاج باليد إذا كان صغيراً أو بوضعه على حاملين .

- ابدأ اللف باختبار أى مجرى وسمه المجرى رقم (١) .

- لف العدد اللازم من الملفات فى المجرى رقم (١) والمجرى التى تبعد عنه بخطوة الملف المسجلة فى جدول البيانات ثم أصنع خيه معقودة .

- ابدأ بلف الملف الثانى فى المجرى رقم (٢) ولف بنفس عدد لفات الملف رقم (١) وتأكد من أن خطوة الملف هى نفسها خطوة الملف رقم (١) أعمل خية عند نهاية الملف الثانى .

- استمر بنفس الطريقة فى لف باقى ملفات عضو الإنتاج حتى تخرج نهاية الملفات من المجرى المجاورة لتلك التى تخرج منها البداية الأولى ويمكن جدلها معا .

ويظهر الشكل منتج ذو تسع مجارى ويحتوى على تسع ملفات ويخرج من المجارى تسع خيات شكل (١) .

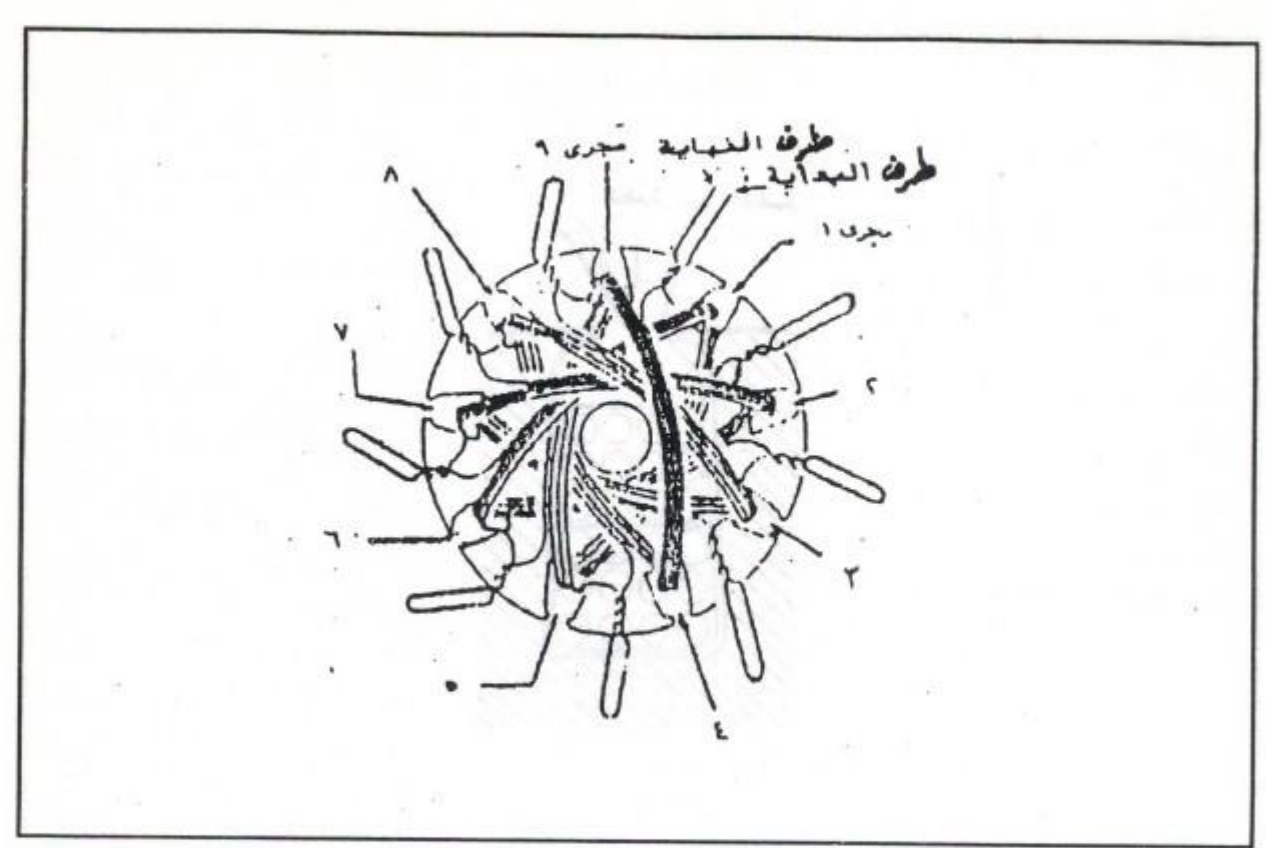
٥ - قم بتركيب الخوابير فى المجارى - يجب أن تكون جميع الخوابير متساوية فى الطول حتى يتزن عضو الإنتاج .

- اقطع جوانب ورق عزل المجارى البارز أعلى المجرى بحيث يكون طول الجزء البارز يساوى $\frac{٢}{١٦}$ بوصفه تقريبا شكل (٢) .

- استعمل قطعة من الفبر واضغط بها جانبى الورق العازل فى المجرى شكل (٣) .

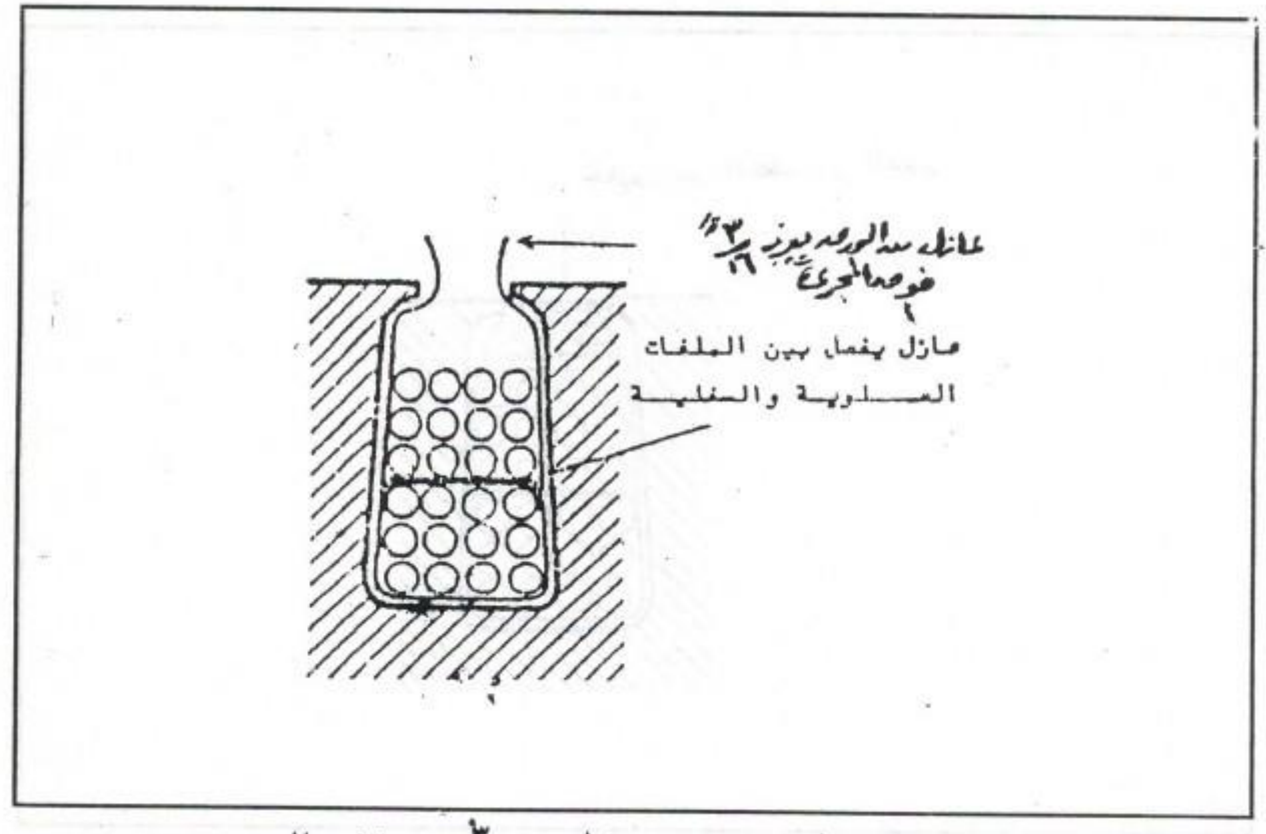
- ادفع خابورا خشبيا أو من الفبر بالمقاس المناسب داخل المجرى فوق العازل شكل (٤) .

٦ - اختبر الملفات لاكتشاف أى تلامسات أرضية بها .

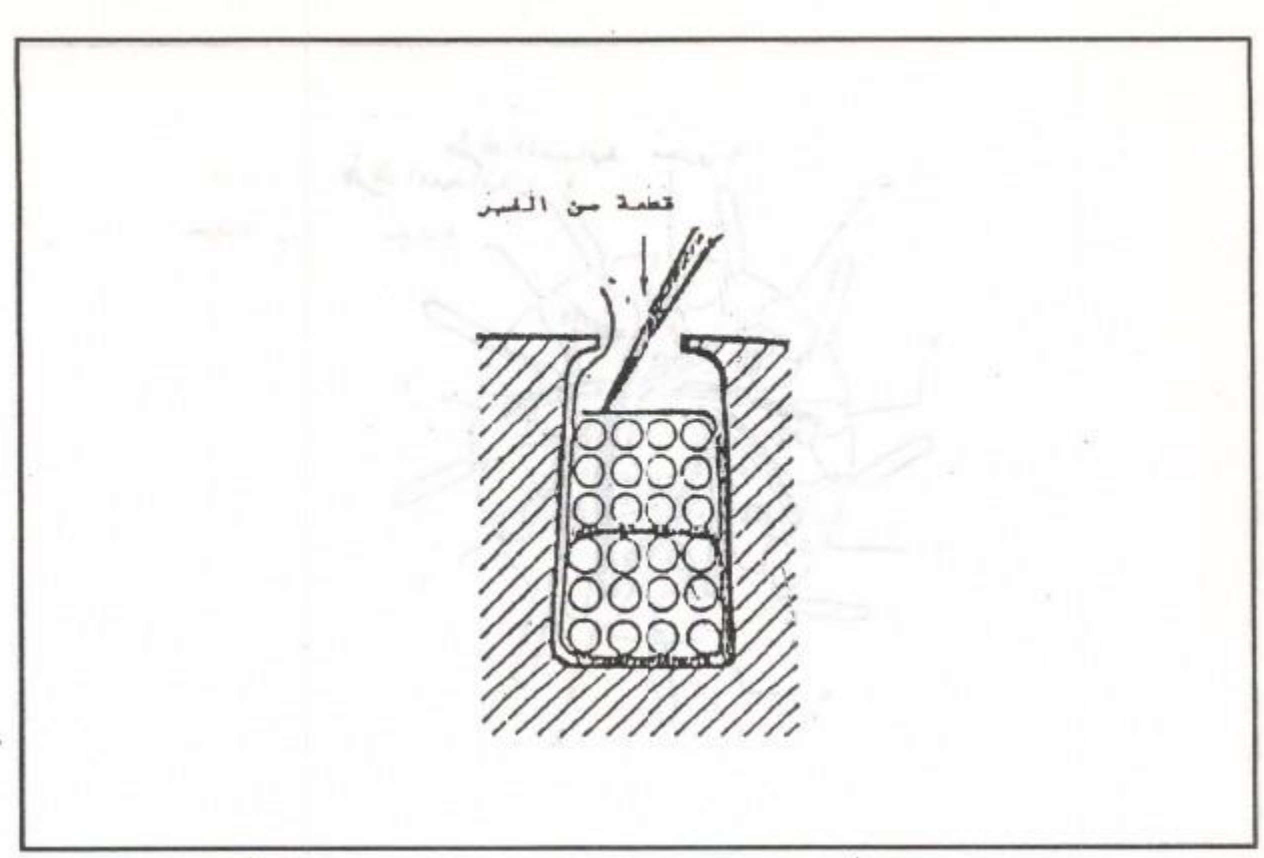


شكل (١) منتج ذو تسع مجارى ، تسع ملفات - خطوة اللف (١ : ٥)

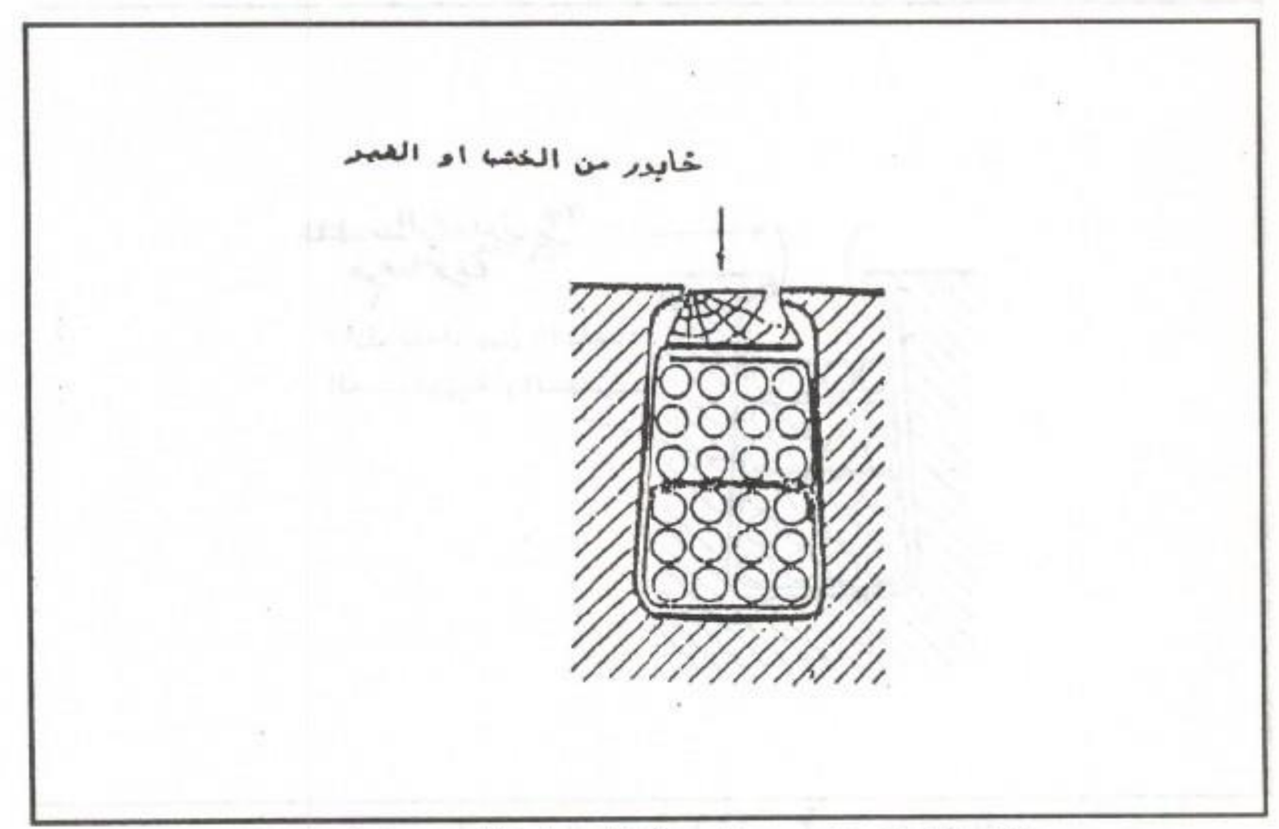
ويحتوى على تسع خيات تلحم فى قضبان الموحد .



شكل (٢) قطع عازل المجرى الورقى بطول يبرز $\frac{٣}{١٦}$ بوصة فوق المجرى .



شكل (٣) استعمال قطعة من الفبر والضغط بها على جانبى الورق العازل .



شكل (٤) دفع خابور من الخشب أو الفبر داخل المجرى فوق العازل .

- استخدم مصباح الاختبار واختبر كل ملف على حدة بتوصيل نهايته بأحد طرفى مصباح الاختبار وتوصيل عمود عضو الإنتاج بأحد خطى القدرة مع توصيل خط القدرة الآخر بالطرف الآخر لمصباح الاختبار شكل (٥) ، إذا أضاء المصباح دل ذلك على وجود تلامس أرضى للملف الذى أضاء عنده المصباح .

٧ - قم بتوصيل أطراف الملفات بالموحد طبقا لخطوة اللحام (خطوة الموحد) وترحيل الأطراف .

- قم باختبار كاوية اللحام المناسبة .

- اقطع وقشر عازل الأطراف التى ستوصل بقضبان الموحد فقط ثم ادفعها داخل فتحة قضيب التوحيد .

- ضع مساعد اللحام (الفلكس) على كل سلك فى الفتحة .

- ضع طرف كاوية اللحام على فتحة قضيب الموحد التى سيتم اللحام فيها وانتظر حتى تنتقل الحرارة من الكاوية إلى قضيب الموحد وتظهر فقاعات فى عجينة المساعد .

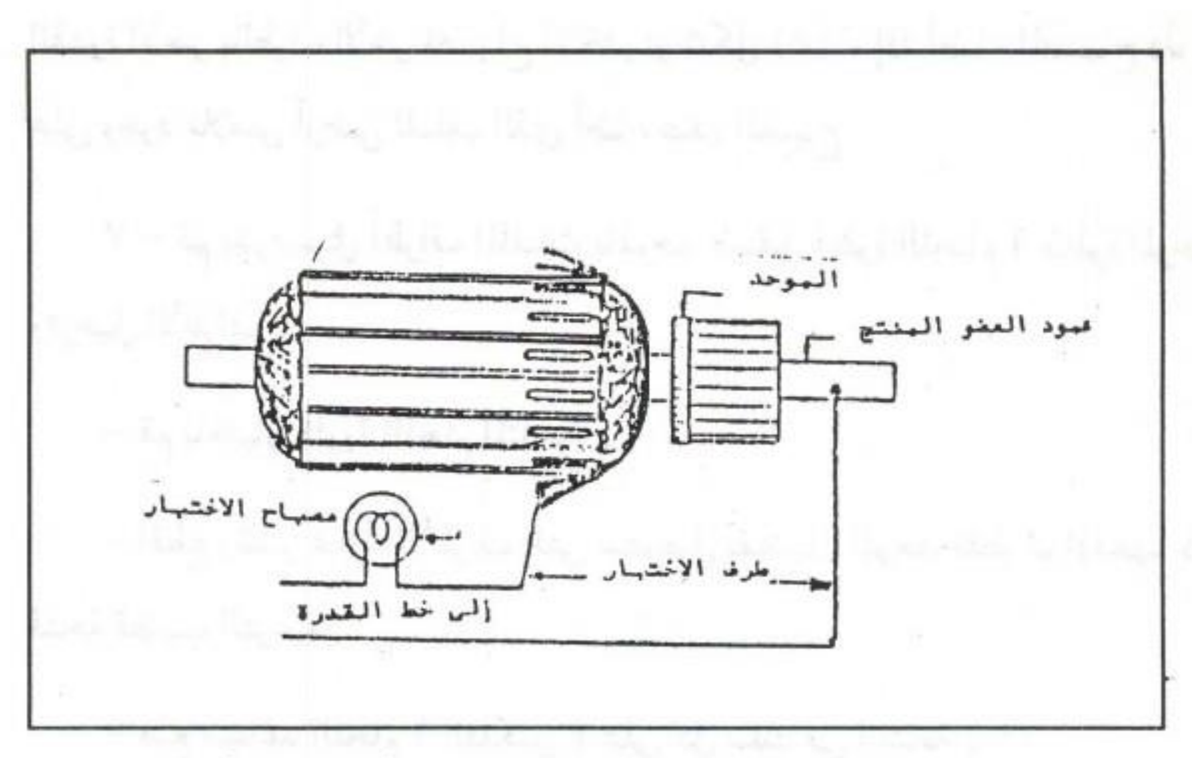
- ضع سلك اللحام (القصدير) على قضيب الموحد بجانب الكاوية ودعه ينصهر وينساب حول كل الأطراف الموجودة فى فتحة القضيب كما يظهر فى شكل (٦) .

- قم بإزالة زوائد مساعد اللحام (الفلكس) من على الموحد باستخدام الكحول وذلك بعد إتمام لحام جميع الأطراف بالموحد .

٨ - قم بربط أطراف الملفات المتصلة بالموحد على عمود الدوران .

- قم باختبار المقاس المناسب من الدوبار لذلك .

- ابدأ اللف من الناحية القريبة من الموحد .



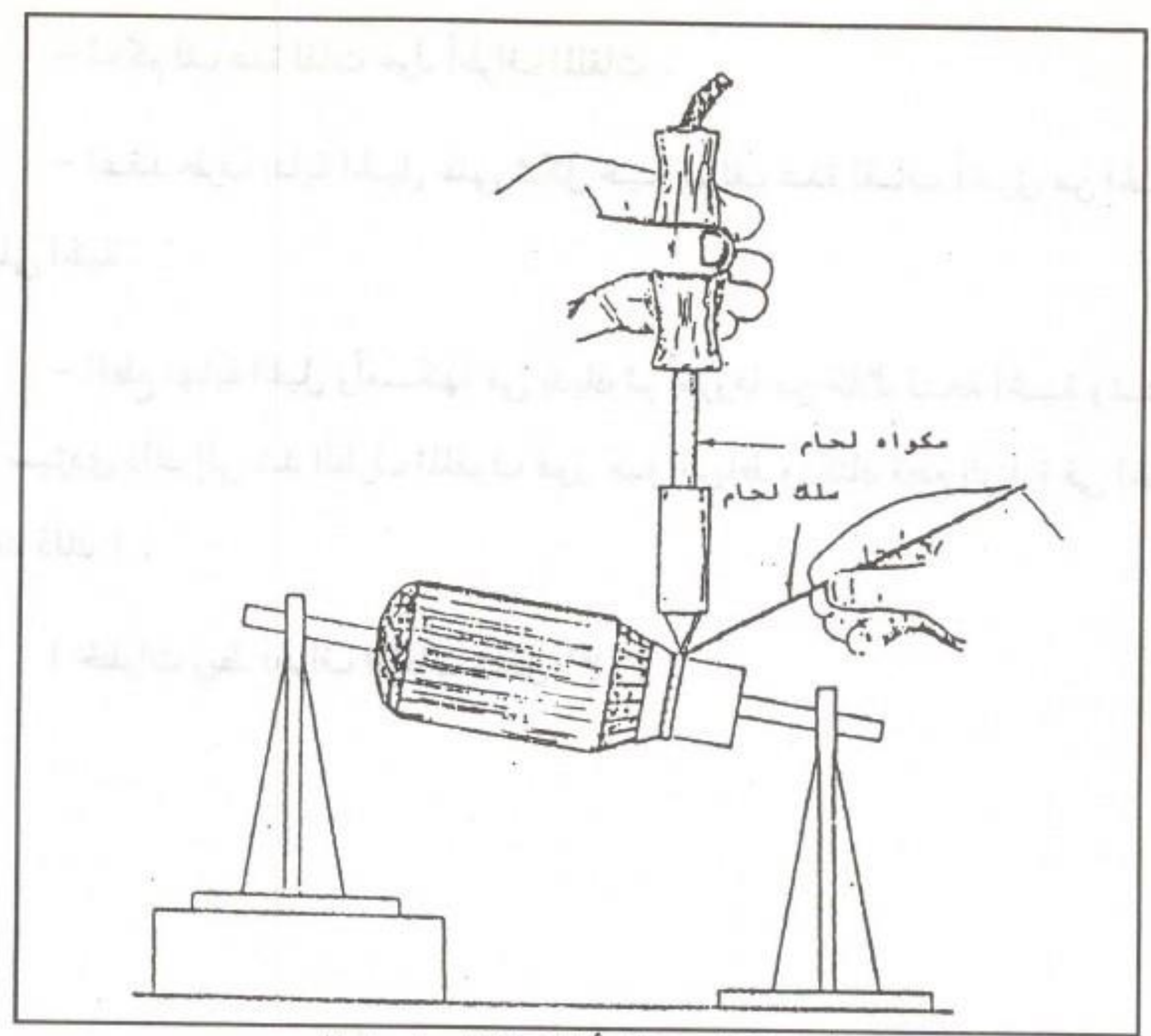
شكل (٥) طريقة اختبار ملفات عضو الإنتاج لاكتشاف أى تلامسات أرضية

- احكم لف عدة لفات حول أطراف الملفات .

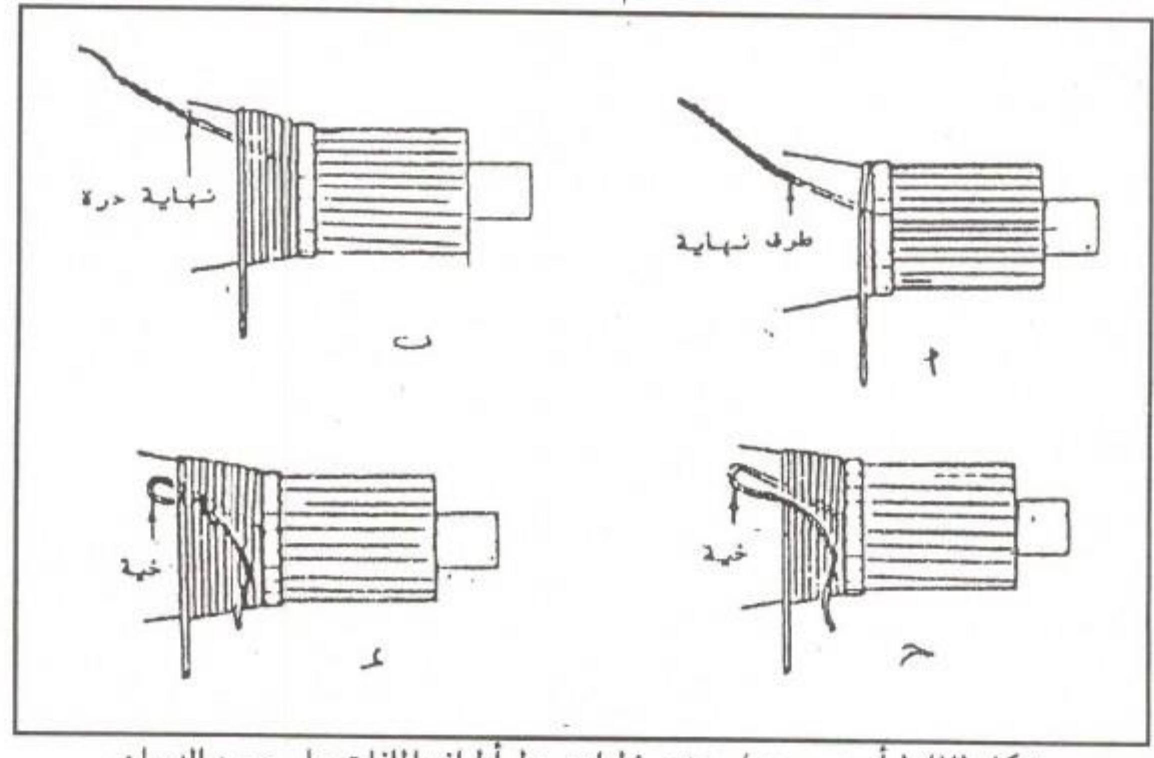
- اعـقـد طرف بداية الحبل على شكل خيـة ثم لف عـدة لفـات أخـرى من الحـبل على الخية .

- اقطع نهاية الحبل وأمسكها فى يديك ثم أمررها من خلال فتحة الخـية وشـدها (سيؤدى ذلك إلى شد الطرف الملفوف فوق حبل الرباط ويمكنك قطع الزيادة فى الحبل بعد ذلك) .

(خطوات ربط أطراف الملفات شكل (٧)) .



شكل (٦) كيفية لحام أطراف الملفات بقضبان الموحد



شكل (٧) (أ ، ب ، جـ) يوضح خطوات ربط أطراف الملفات على عمود الدوران .

التمرين الرابع

اختبار عضو الإنتاج

ودهانة بالورنيش

الغرض من التمرين :

التدريب على إجراء الاختبارات اللازمة على عضو إنتاج ثم إعادة لفه .

وسائل الإيضاح :

تنفيذ الاختبارات اللازمة للتأكد من صلاحية عضو الإنتاج باستخدام الأجهزة المناسبة أمام المتدربين .

المعدات والأجهزة المستعملة :

- عضو إنتاج ثم إعادة لفه .
- زوام - مصباح اختبار .
- مخرطة - جهاز مللى فوليتمتر .
- مصدر للتيار المستمر .
- مصدر للتيار المتردد .
- فرن للتحميص .

خطوات العمل :

١ - اختبار الموحد لاكتشاف أى تلامس أرضى فيه .

(أ) وصل أحد خطى القدرة بمصباح الاختبار والخط الآخر بعمود الإنتاج ووصل الطرف الآخر لمصباح الاختبار بأحد قضبان الموحد كما بالشكل (١) .
فإذا كان قضيب الموحد معزول عزلا جيدا سليما فلن يضىء المصباح .

(ب) حرك الطرف الحر لدائرة الاختبار من القضيب إلى القضيب التالى وقم بإجراء الاختبار بنفس الطريقة كما سبق واستمر حتى تختبر جميع القضبان فإذا أضاء المصباح عند لمس أى قضيب دل ذلك على وجود تلامس أرضى عنده .

٢ - اختبار الموحد للكشف عن القصر الكهربى (اكتشاف العيوب الموجودة فى عوازل الميكا بين القضبان .

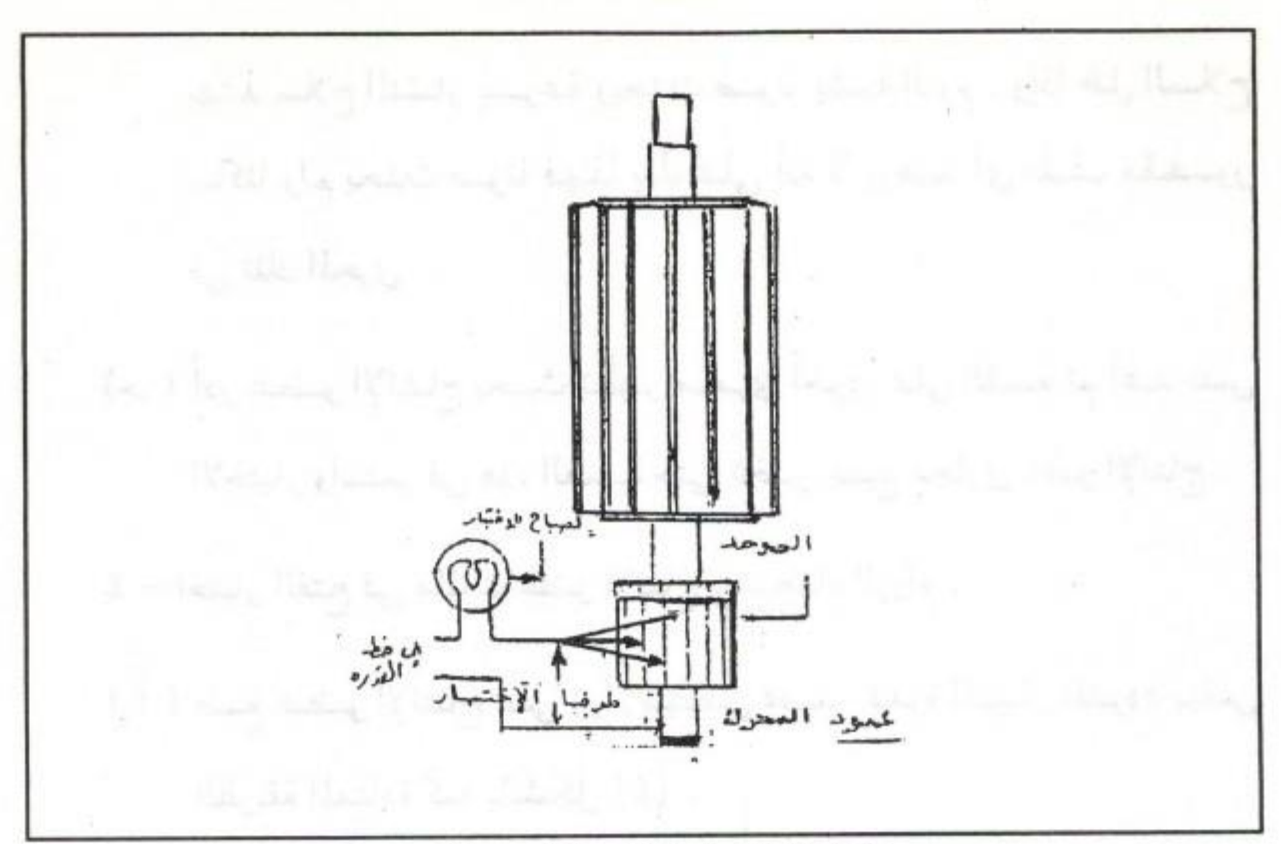
(أ) وصل أحد طرفى دائرة الاختبار بأحد قضبان الموحد والطرف الآخر بالقضيب المجاور له كما بالشكل (٢) . إذا أضاء المصباح دل هذا على وجود قصر بين القضبين المتلامسين مع طرفى دائرة الاختبار .

(ب) حرك كل من الطرفين لمسافة قضيب واحد وقم بإجراء الاختبار السابق واستمر حتى تختبر جميع القضبان .

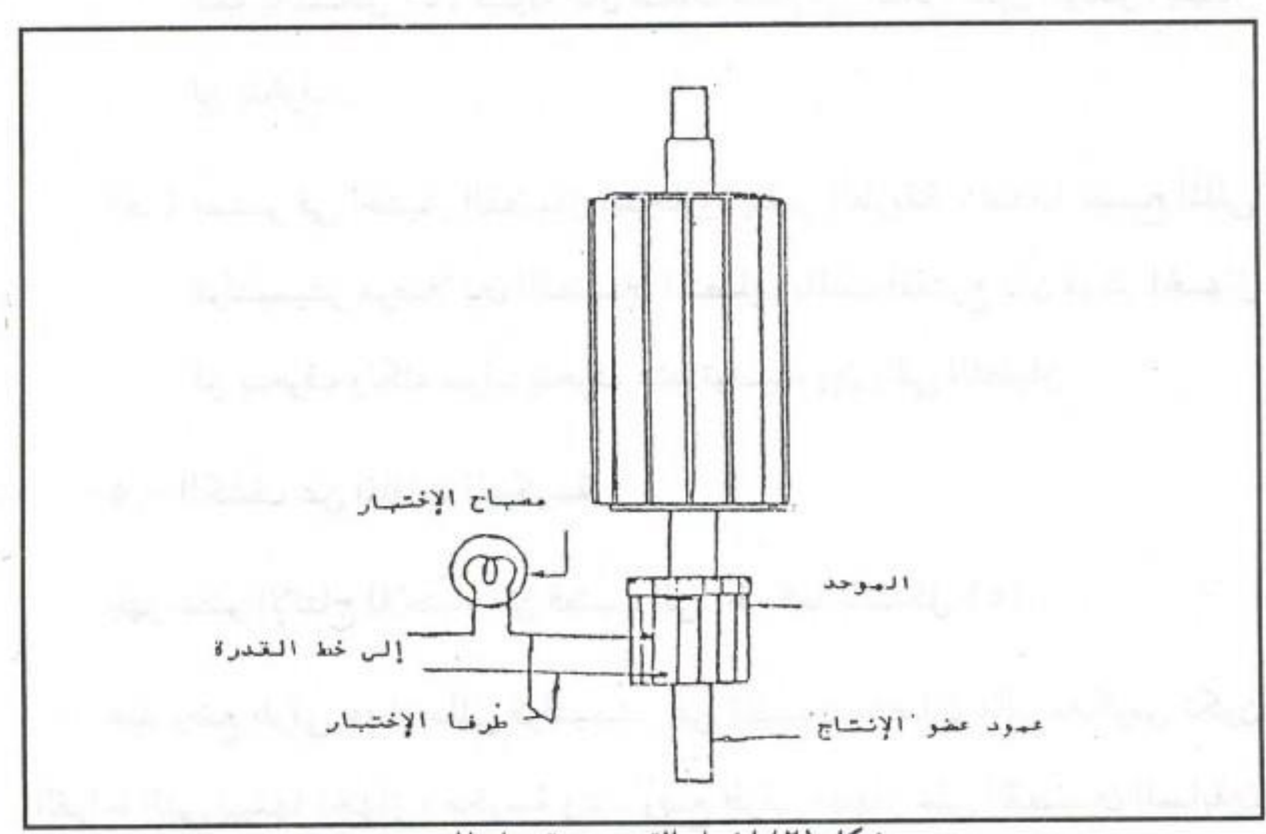
٣ - اختبار الملفات للكشف عن القصر فيها :

(أ) ضع عضو الإنتاج على زمام متصل بمصدر قدرة للتيار المتردد كما بالشكل (٣) .

(ب) ضع قطعة رقيقة من المعدن كسلاح منشار يدوى فوق المجرى العليا فى عضو الإنتاج كما بالشكل (٣) فإذا كان بتلك المجرى ملف مقصور فسوف



شكل (١) اختبار التلامس الأرضى بالموحد



شكل (٢) اختبار القصر بين قضبان الموحد

يهتـد سلاح المنشار بسرعة ويحدث صـوتا يشبه الزوم . وإذا ظل السلاح ساكنا ولم يحدث صوتا فهذا يدل على أنه لا يوجـد أى ملـف مقصـور فى تلك المجرى .

(جـ) أدر عضو الإنتاج بحيث تظهر مجرى أخرى على القمة ثم أعد نفس الاختبار واستمر فى هذه العملية حتى تختبر جميع مجارى عضو الإنتاج .

٤ - اختبار الفتح فى ملفات عضو الإنتاج باستخدام الزوام .

(أ) ضـع عضو الإنتاج على زوام متصل بمصدر قدرة للتيار المتردد بنفس الطريقة المعتادة كما بالشكل (٤) .

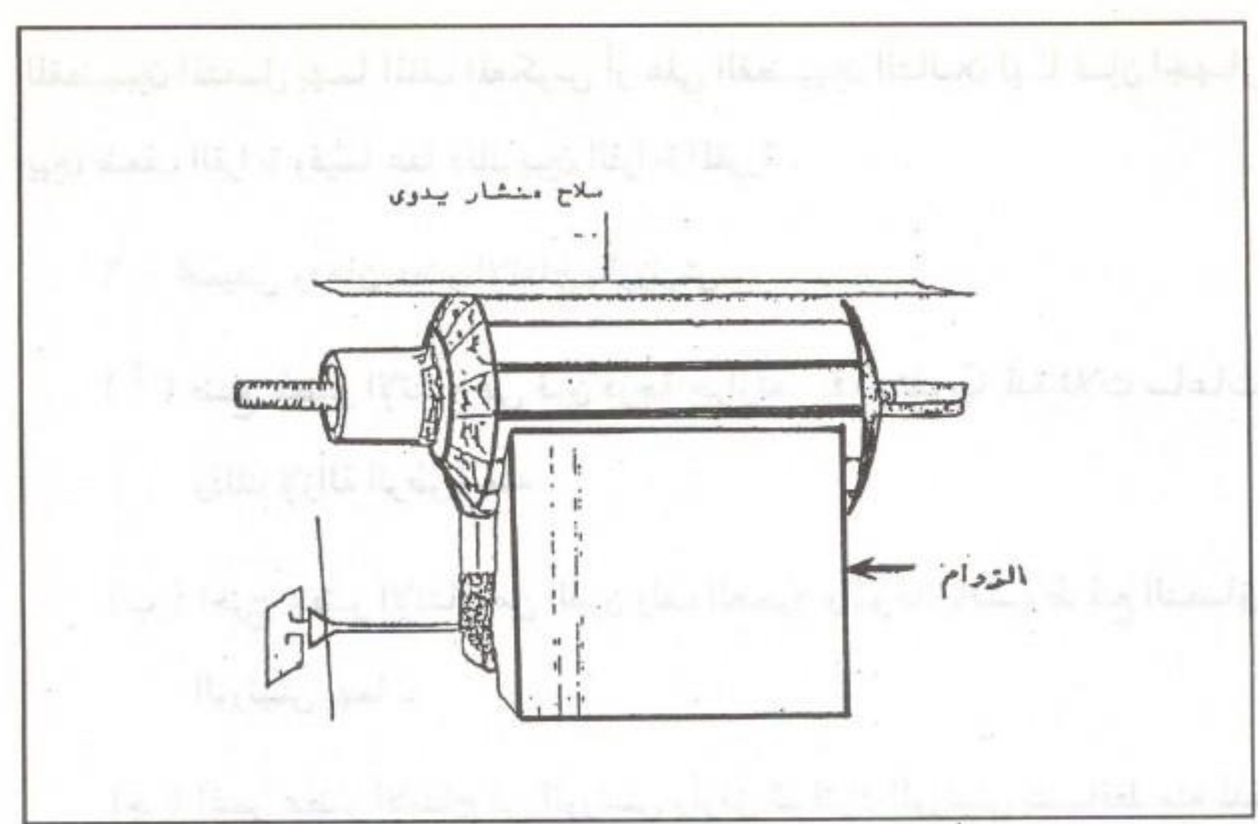
(ب) وصل بجهاز مللى فولتيميتر تيار متردد بين القضيبين العلويين للموحد كما بالشكل (٤) فـإذا كان هـناك فـتح فى الدائرة فـإن مؤشـر الجهـاز لن ينحرف .

(جـ) استمر فى اختبار القضبان المتجاورة بنفس الطريقة ، عندما يصبح المللى فولتيميتر موصلا بين القضيبين المتصلين بالملف المفتوح فإن مؤشر الجـهاز لن ينحرف ولكنه سوف ينحرف عند توصيلة بين باقى القضبان .

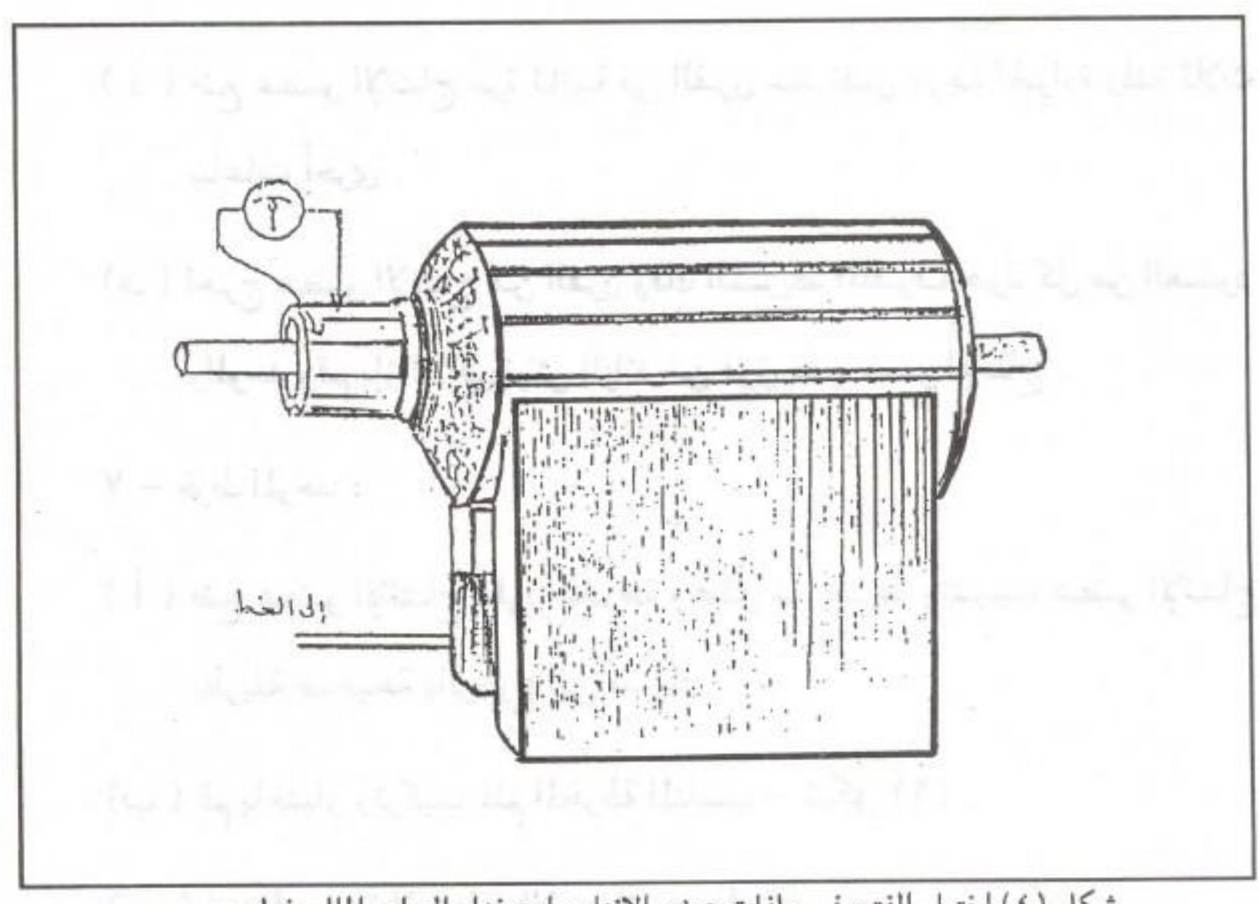
٥ - الكشف عن الملفات المعكوسة :

جهز عضو الإنتاج للاختبار من قضيب إلى آخر كما بالشكل (٥) .

عند وضع طرفى جهاز مللى فولتيميتر عى قضيبين متصلين بملف معكوس تكون القراءة التى يبينها الجهاز معكوسة وعند وضع طرفى الجهاز على القضيبين السابقين



شكل (٣) اختبار القصر بين ملفات الموحد باستخدام الزوام .



شكل (٤) اختبار الفتح فى ملفات عضو الإنتاج باستخدام الزوام والمللى فولتيمتر .

للقضيبين المتصل بهما الملف المعكوس أو على القضيبين التاليين لهـا فـإن الجهـاز يبين ضعف القراءة وفيما عدا ذلك يبين القراءة المقررة .

٦ - تحميض ودهان عضو الإنتاج بالورنيش .

(أ) ضع عضو الإنتاج فى فرن درجة حرارته ١٤٠ْم تقريبًا لمدة ثلاث ساعات وذلك لإزالة الرطوبة منه .

(ب) اخرج عضو الإنتاج من الفرن ولف العمود والموحد بالشروط لمنع التصاق الورنيش بهما .

(جـ) اغمر عضو الإنتاج فى الورنيش وأرفق ثم اترك الورنيش يتساقط منه لمدة نصف ساعة .

(د) ضع عضو الإنتاج مرة ثانية فى الفرن عند نفس درجة الحرارة ولمدة ثلاث ساعات أخرى .

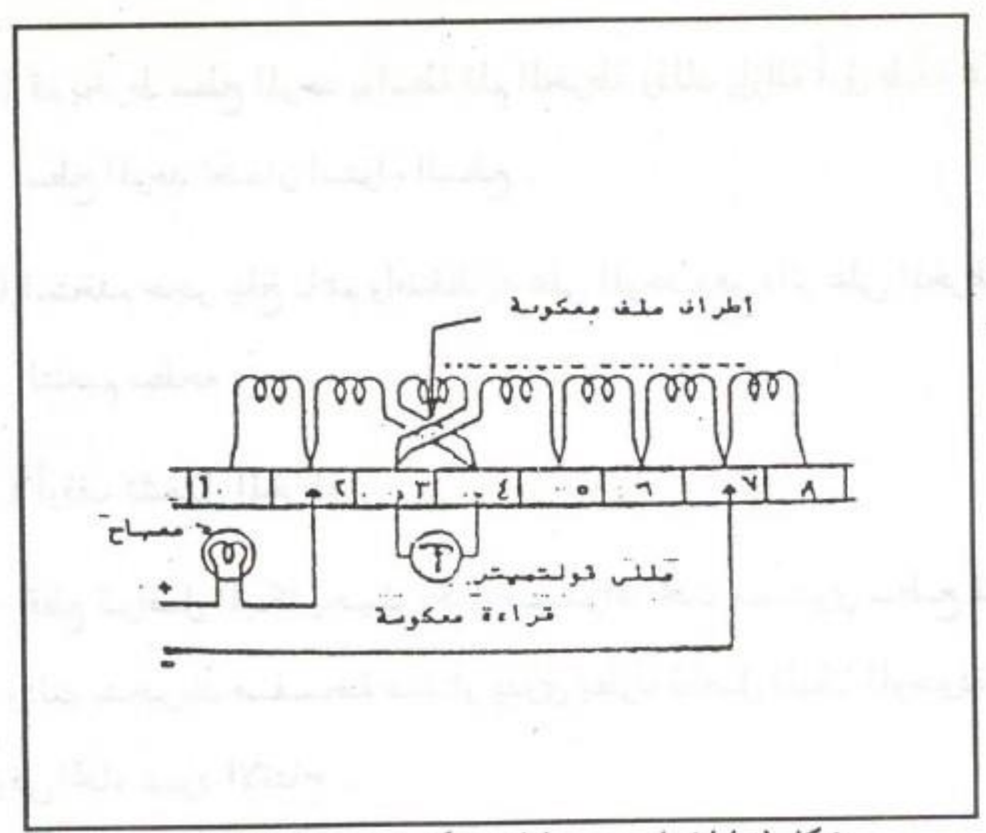
(هـ) اخرج عضو الإنتاج من الفرن وفك الشريط الملفوف حول كل من العمود والموحد وقم بإزالة الورنيش الزائد من فوق قلب عضو الإنتاج .

٧ - خرط الموحد :

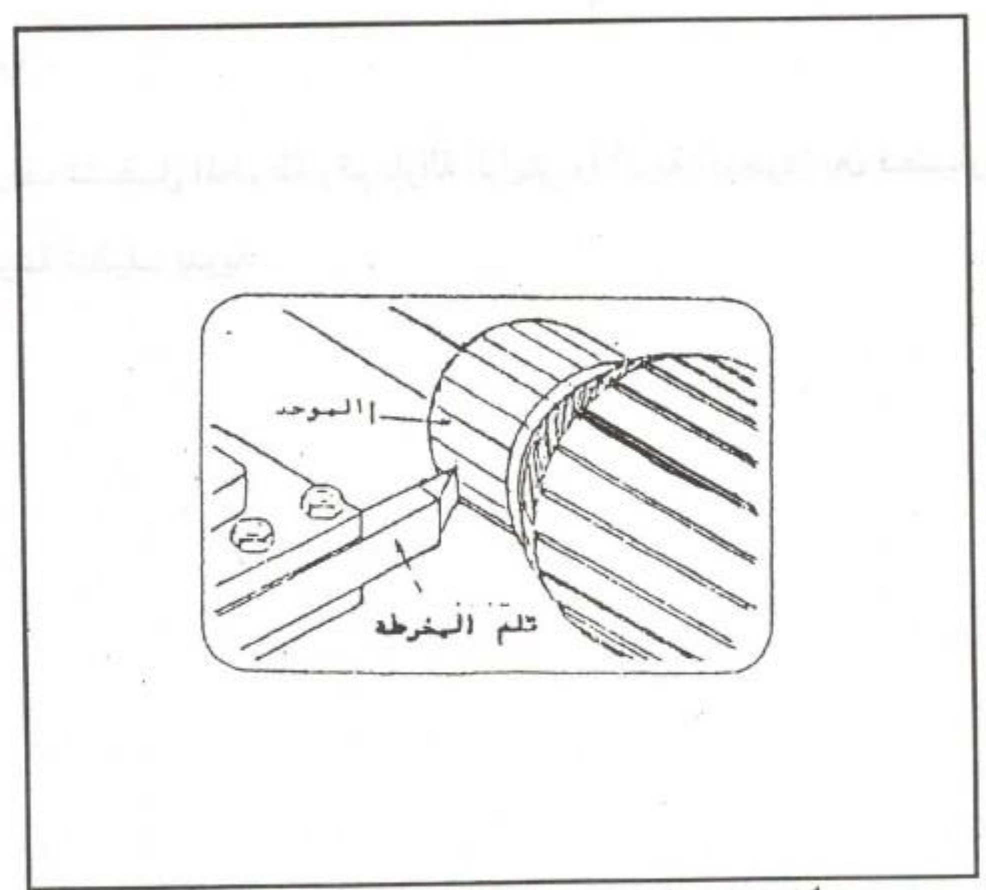
(أ) ضع عضو الإنتاج على المخرطة وتحقق من ضبط وتثبيت عضو الإنتاج بطريقة صحيحة بالرجوع إلى مدربك .

(ب) قم باختبار وتركيب قلم المخرطة المناسب - شكل (٦) .

(جـ) اضبط سرعة المخرطة بالاستعانة بمدربك .



شكل (٥) اختبار وجود ملفات معكوسة فى عضو الإنتاج .



شكل (٦) خرط الموحد على المخرطة لتسوية قضبان الموحد .

(د) قم بخرط سطح الموحد بواسطة قلم المخرطة وذلك بإزالة أرق طبقة ممكنة من سطح الموحد لضمان استواء السطح .

(هـ) استخدم حجر جلخ ناعم واضغط به على الموحد وهو دائر على المخرطة وذلك لتنعيم سطحه .

(و) أوقف تشغيل المخرطة .

٨ - اقطع فواصل الميكا بحيث يكون مستواها تحت مستوى سطح قضبان الموحد . وذلك بتحريك صفيحة منشار يدوى بطول فاصل الميكا الموجودة بين كل قضيبين وفى اتجاه عمود الإنتاج .

- ابدأ تشغيل المخرطة مرة أخرى وقم بتنعيم وتلميع سطح الموحد باستخدام ورقة صنفرة .

- أوقف تشغيل المخرطة وقم بإزالة الرايش والأتربة الموجودة بين قضبان الموحد بواسطة فرشة تنظيف يدوية .

الباب السادس

توصيل الدوائر الأساسية لبدء وتشغيل المحركات الثلاثية الأوجه

التمرين الأول

تشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه

باستخدام قاطع دائرة

الغرض من التمرين :

التدريب على التحكم فى تشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه باستخدام قاطع دائرة مزود بمتمم حرارى ضد زيادة الحمل .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح للدائرة التخطيطية والدائرة التفصيلية .
- عرض نموذج عملى للدائرة على المتدربين .
- تنفيذ الدائرة عمليا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه (عضو دوار قفص سنجابى) .
- مفتاح تشغيل ثلاثى الأوجه (قاطع دائرة) مزود بمتمم حرارى ثلاثى الأوجه ضد زيادة الحمل .
- عدد (٣) مصهر (يتوافق مع شدة تيار المحرك) .
- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٣ مم^{٢} .
- مفكات مناسبة .
- جاكوش - مسامير جمبرت معزولة - مسامير بورمة زرادية - قصافة - قشارة أسلاك .
- لوحة خشبية لتنفيذ التمرين عليها (٨٠ × ٨٠ سم) .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم التخطيطى للتعرف على مكونات الدائرة شكل (١) .

٢ - حدد شدة تيار المحرك وذلك من واقع لوحة البيانات .

٣ - اطلب المصهرات التى تتوافق مع شدة تيار المحرك .

٤ - اضبط المتمم الحرارى طبقا لشدة تيار المحرك .

٥ - وصل الدائرة طبقا للرسم التفصيلى شكل (٢) .

٦ - ضع مفتاح التشغيل (قاطع الدائرة) فى وضع التشغيل (ON) .

فيبدأ المحرك فى الدوران حتى يصل إلى سرعته قبل التحميل .

٧ - افصل مصدر القدرة عن المحرك بوضع قاطع الدائرة فى وضع الإيقاف (OFF) .

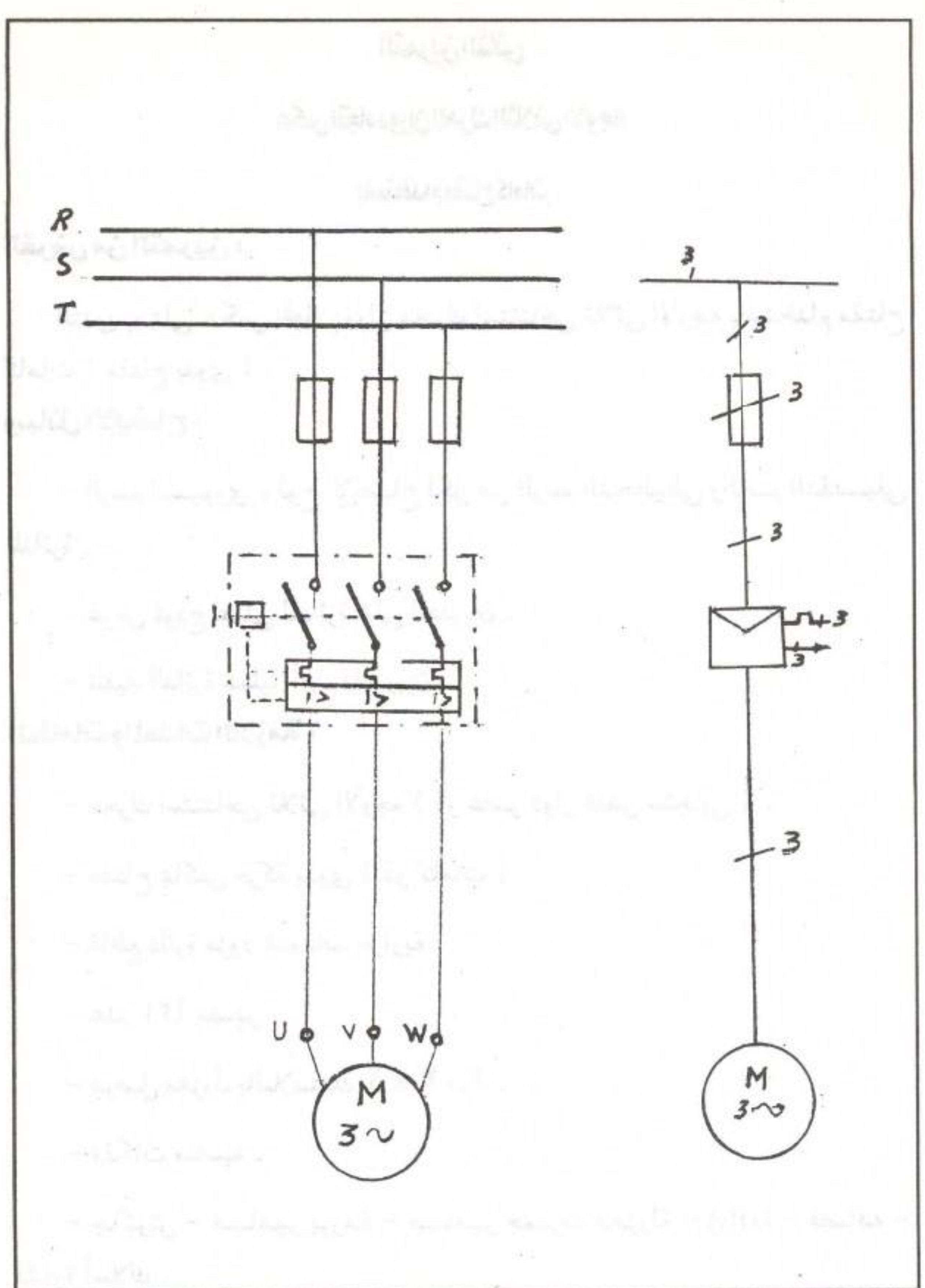
٨ - لاختبار المتمم الحرارى قم بعمل الآتى :

- اضبط المتمم الحرارى على شدة تيار أقل من شدة تيار المحرك (فى حالة اللا حمل) وذلك فى حالة إيقاف المحرك .

- ابدأ فى تشغيل المحرك عن طريق قاطع الدائرة تلاحظ فصل تلامسات القاطع وعدم استطاعة المحرك الدوران .

(إذا حدث ودار المحرك محدثا حركته الدورانية دع المدرب يقوم بعمل فرملة على العضو الدوار فإذا كان المتمم الحرارى سليما فإن تلامسات القاطع تنفصل نتيجة لزيادة الحمل عن شدة التيار المحددة بالقاطع من قبل وإذا لم تنفصل تلامسات القاطع عند حدوث الفرملة فيجب تغيير القاطع لعدم صلاحية المتمم الحرارى) .

٩ - افصل الدائرة عن مصدرة القدرة وفك المعدات وقم بتسليمها للمدرب .



شكل (٢) الرسم التفصيلى شكل (١) الرسم التخطيطى

التحكم فى تشغيل محرك ثلاثى الأوجه باستخدام قاطع دائرة مزود بمتمم حرارى ضد زيادة الحمل

التمرين الثانى

عكس اتجاه دوران المحرك الثلاثى الأوجه

باستخدام مفتاح كامات

الغرض من التمرين :

التدريب على عكس اتجاه دوران محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه باستخدام مفتاح كامات (مفتاح يدوى) .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لكل من الرسم التخطيطى والرسم التفصيلى للدائرة .
- عرض نموذج عملى للدائرة على المتدربين .
- تنفيذ الدائرة عمليا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه (ذو عضو دوار قفص سنجابى) .
- مفتاح عاكس حركة يدوى (ذو كامات) .
- قاطع دائرة مزود بمتممات حرارية .
- عدد (٣) مصهر .
- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٣ مم^{٢} .
- مفكات مناسبة .
- جاكوش - مسامير بورمة - مسامير جمبرت معزولة - زرادية - قصافة - قشارة أسلاك .
- لوحة خشبية ٨٠ × ٨٠ سم لتنفيذ التمرين عليها .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم التخطيطى شكل (١) للتعرف على مكونات الدائرة .

٢ - حدد شدة تيار المحرك وذلك من واقع لوحة البيانات .

٣ - اطلب المصهرات التى تتوافق مع شدة تيار المحرك .

٤ - اضبط المتمم الحرارى طبقا لشدة تيار المحرك .

٥ - وصل الدائرة طبقا للرسم التفصيلى شكل (٢) .

٦ - ضع مفتاح عاكس الحركة فى وضع عدم التشغيل (٥) .

٧ - ضع مفتاح التشغيل (قاطع الدائرة) فى وضع التشغيل .

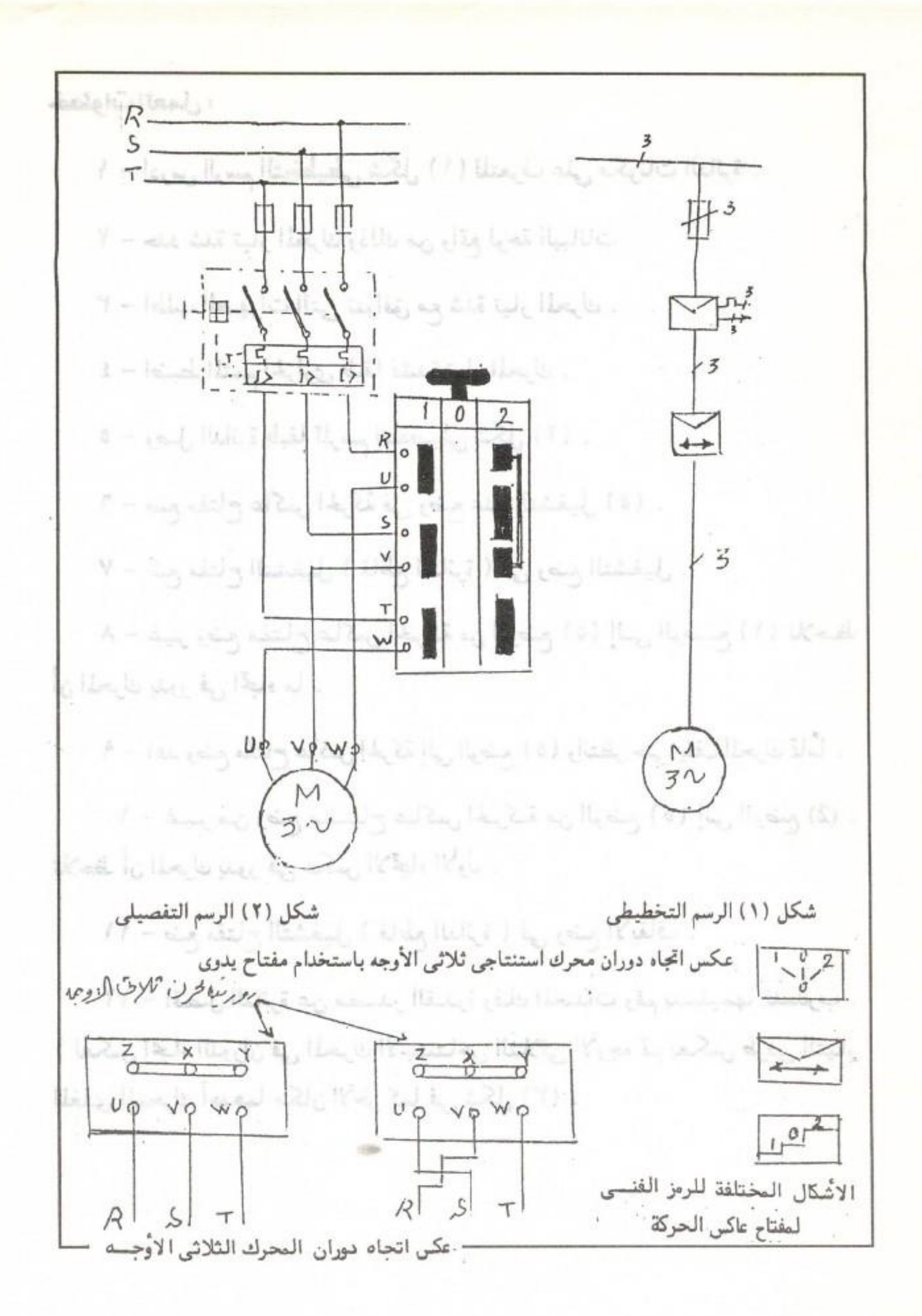
٨ - غير وضع مفتاح عاكس الحركة من الوضع (٥) إلى الوضع (١) تلاحظ أن المحرك يدور فى اتجاه ما .

٩ - اعد وضع مفتاح عاكس الحركة إلى الوضع (٥) وانتظر حتى يقف المحرك تمامًا .

١٠ - غير من وضع مفتاح عاكس الحركة من الوضع (٥) إلى الوضع (2) . تلاحظ أن المحرك يدور فى عكس الاتجاه الأول .

١١ - ضع مفتاح التشغيل (قاطع الدائرة) فى وضع الايقاف .

١٢ - افصل الدائرة عن مصدر القدرة وفك المعدات وقم بتسليمها للمدرب .
(لعكس اتجاه الدوران فى المحرك الاستنتاجى الثلاثى الأوجه قم بعكس طرفى التيار المغذى للمحرك أحدهما مكان الآخر كما فى شكل (٣) .



شكل (٢) الرسم التفصيلي

شكل (١) الرسم التخطيطي

عكس اتجاه دوران محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح يدوي

الأشكال المختلفة للرمز الفني لمفتاح عاكس الحركة

عكس اتجاه دوران المحرك الثلاثي الأوجه

التمرين الثالث

بدء تشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه

باستخدام مفتاح نجمة / دلتا

الغرض من التمرين :

التدريب على تنظيم بدء تشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه باستخدام مفتاح نجمة - دلتا ذوى كامات (مفتاح نجمة دلتا يدوى) .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح للدائرة (الرسم التخطيطى والرسم التفصيلى) .
- عرض مفتاح نجمة - دلتا على المتدربين وشرح نقاط التوصيل به وطريقة عمله .
- تنفيذ الدائرة عمليا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه (معد لتوصيلة نجمة - دلتا) .
- مفتاح نجمة - دلتا يدوى .
- عدد (٣) مصهر (تتوافق مع شدة تيار المحرك فى حالة الدلتا) .
- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٣ مم^{2} .
- مفكات مناسبة .
- جاكوش - مسامير جمبرت معزولة - مسامير بورمة .
- زرادية - قصافة - قشارة أسلاك .
- لوحة خشبية ٨٠ × ٨٠ سم لتنفيذ التمرين عليها .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم التخطيطى شكل (٦) للتعرف على مكونات الدائرة .

٢ - تأكد من أن المحرك الثلاثى الأوجه معد للتوصيل نجمة - دلتا وذلك من حيث : جهد الخط المدون على اللوحة ٣٨٠/٢٢٠ .

- بديات الأوجه الثلاث U - V - VV ونهايات الأوجه الثلاث X - Y - Z متصلة بالمسامير الخاصة بها بالروزيته الخارجية كما فى شكل (٣) .

- لوحة نهايات المحرك (الروزيته الخارجية للمحرك) غير متصلة للنجمة . أو دلتا شكل (٤) يوضح لوحه نهايات موصلة نجمة ، شكل (٥) يوضح لوحة نهايات موصلة دلتا .

٣ - ادرس الرسم التفصيلى للدائرة شكل (٧) ثم قم بالتنفيذ العلمى للدائرة طبقا للرسم التفصيلى بكل دقة .

٤ - تأكد من أن جهد منبع القدرة الثلاثى الأوجه يتناسب مع الجهد المدون على لوحة بيانات المحرك وذلك فى كل من حالتى التوصيل نجمة - دلتا . (فى حالة عدم مطابقة جهد المنبع للجهد المدون على لوحة البيانات يستخدم محول ثلاثى الأوجه مناسب حتى يمكن أن يتساوى جهد التغذية مع جهد التشغيل) .

٥ - ضع مفتاح نجمة دلتا فى وضع عدم التشغيل (O) ثم قم بتوصيل الدائرة بخط القدرة الثلاثى الأوجه المناسب .

٦ - غير وضع مفتاح نجمة دلتا من وضع عدم التشغيل إلى وضع نجمة ثم بعد مدة وجيزة غير وضع مفتاح من وضع النجمة إلى وضع دلتا ولاحظ التغيير فى عزم دوران المحرك فى كل من النجمة - الدلتا (نتيجة لزيادة شدة التيار) .

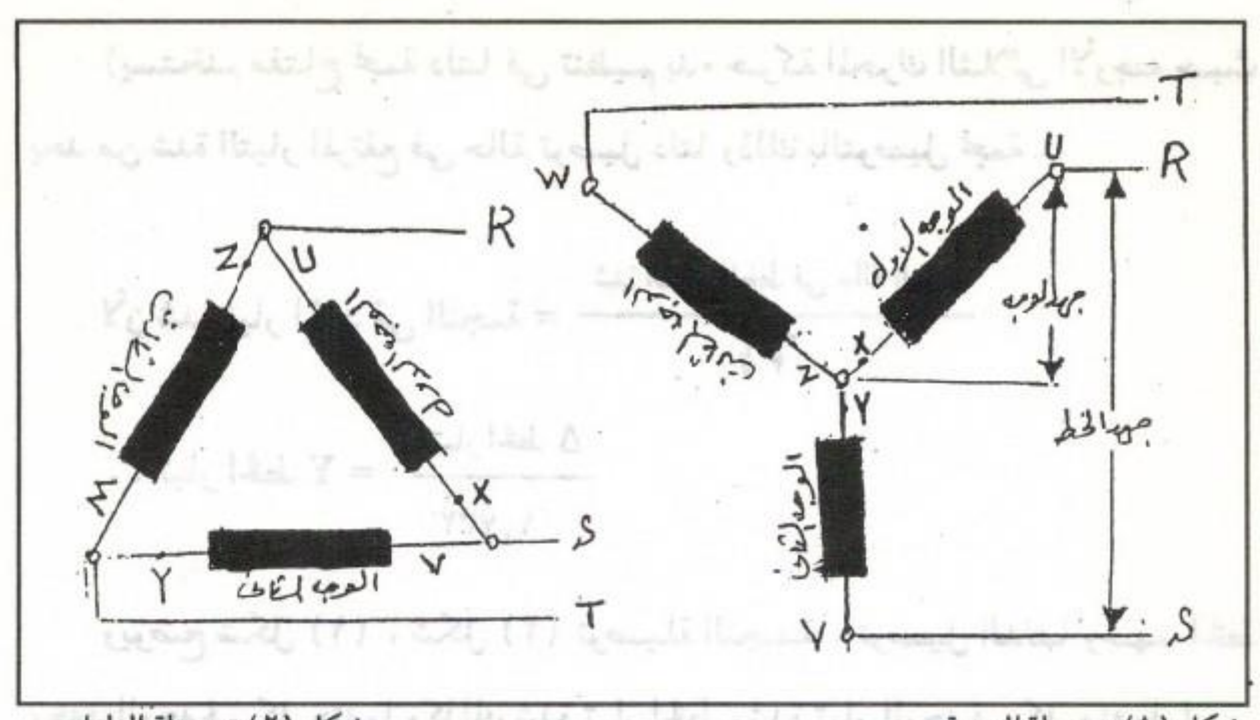
(يستخدم مفتاح نجمة دلتا فى تنظيم بدء حركة المحرك الثلاثى الأوجه حيث يحد من شدة التيار المرتفع فى حالة توصيل دلتا وذلك بالتوصيل نجمة

$$\text{لأن شدة تيار الخط فى النجمة} = \frac{\text{شدة التيار للخط فى حالة الدلتا}}{\sqrt{٣}}$$

$$\therefore \text{ تيار الخط } Y = \frac{\text{تيار الخط } \Delta}{١,٧٣٢}$$

ويوضح شكل (١) ، شكل (٢) توصيلة النجمة ، توصيل الدلتا وجهد الخط وجهد الوجه فى كل منهما وكذلك شدة تيار الخط وشدة تيار الوجه فى كل منهما) .

٧ - افصل الدائرة عن خط القدرة وفك المعدات وسلمها للمدرب .



شكل (١) توصيلة النجمة

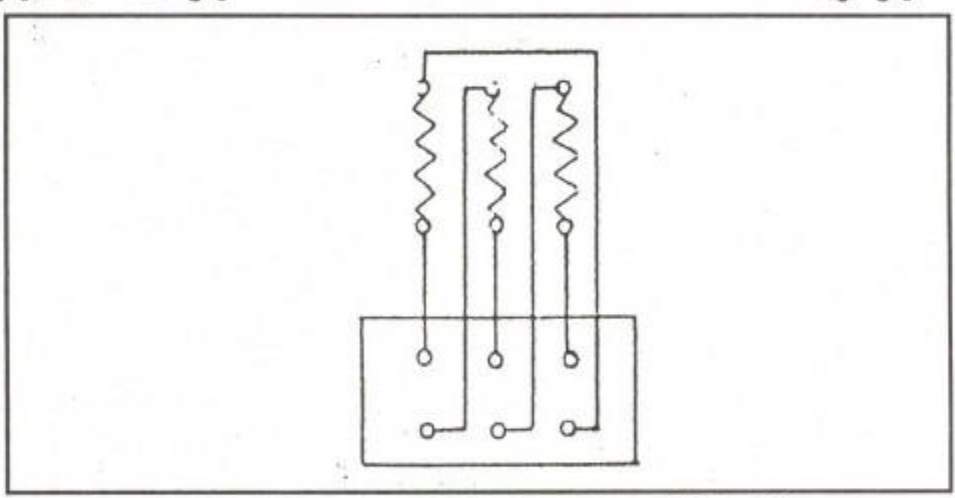
جهد الخط = $\sqrt{3}$ جهد الوجه

تيار الخط = تيار الوجه

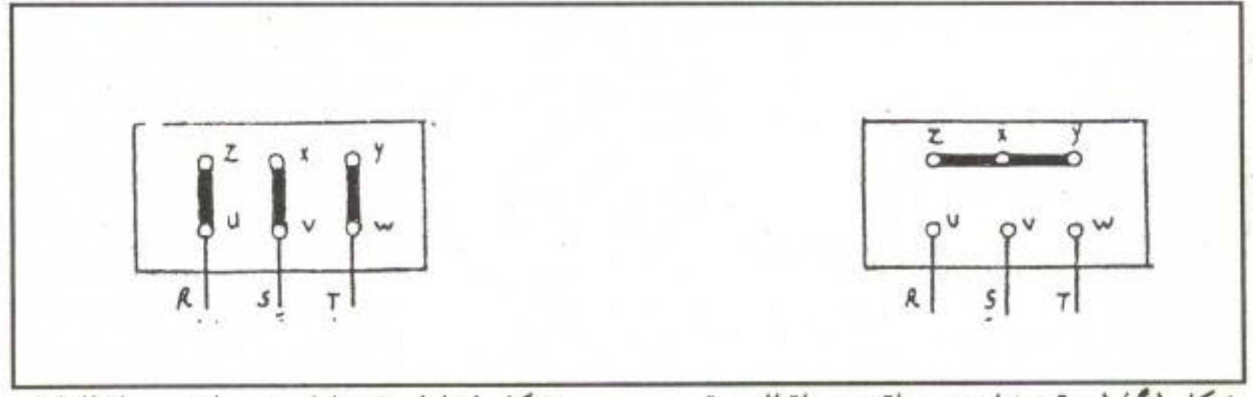
شكل (٢) توصيلة الدلتا

جهد الخط = جهد الوجه

تيار الخط = $\sqrt{3}$ تيار الوجه

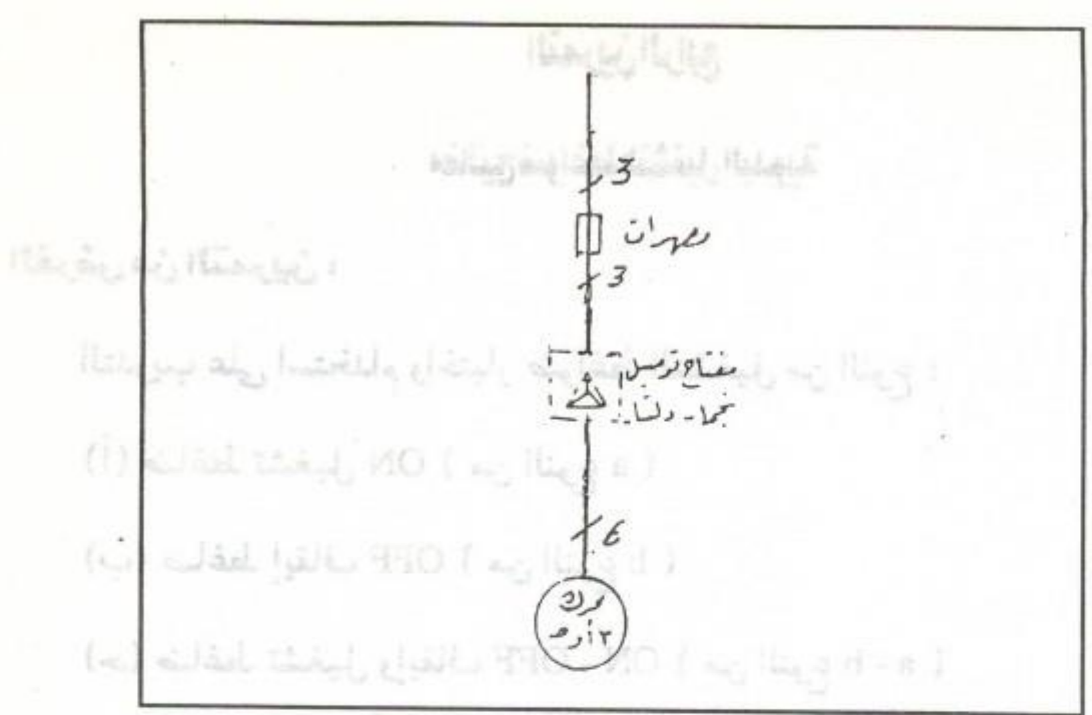


شكل (٣) لوحة بيانات موصلة بملفات العضو الثابت



شكل (٤) لوحة نهايات موصلة توصيلة النجمة

شكل (٥) لوحة نهايات موصلة توصيلة الدلتا



شكل (٦) الرسم التخطيطى

شكل (٧) الرسم التفصيلى توصيل بادئ حركة نجمة / دلتا بمحرك ثلاثى الأوجه

التمرين الرابع

مفاتيح ضواغط التشغيل اليدوية

الغرض من التمرين :

التدريب على استخدام واختبار ضواغط التشغيل من النوع :

(أ) ضاغط تشغيل ON (من النوع a)

(ب) ضاغط إيقاف OFF (من النوع b)

(جـ) ضاغط تشغيل وإيقاف ON - OFF (من النوع a - b)

وسائل الإيضاح :

١ - عرض نماذج ضواغط التشغيل على المتدربين .

٢ - الرسم السبورى ، لوح الإيضاح .

٣ - اختبار ضواغط التشغيل أمام المتدربين .

الأجهزة والمعدات اللازمة :

- ضاغط تشغيل ON (من النوع a)
- ضاغط إيقاف OFF (من النوع b)
- ضاغط تشغيل وإيقاف ON - OFF (من النوع a - b)
- أفوميتر - أطراف توصيل

خطوات العمل :

١ - إعداد جهاز الأفوميتر للقياس .

قم بضبط جهاز الأفوميتر لقياس المقارمة ووصل به أطراف التوصيل الخاصة به .

٢ - استخدام واختبار ضاغط التشغيل ON (من النوع a) .

- وصل طرفى توصيل الأفوميتر السابق إعداده فى الخطوة /١ بنقطتى توصيل ضاغط التشغيل ON (أ - ب) الموضح بالشكل (١) .

- عند الضغط على ضاغط التشغيل من أعلى فإن شريحة التوصيل المزودة بنقطتى توصيل تعمل على توصيل النقطة أ بالنقطة ب وينحرف مؤشر جهاز الأفوميتر والأعلى سلامة التوصيل وعدم الانحراف يدل على عدم التوصيل وعدم سلامة الضاغط .

٣ - استخدام واختبار ضاغط الإيقاف OFF (من النوع b) :

- وصل طرفى توصيل الأفوميتر السابق إعداده فى الخطوة /١ بنقطتى توصيل ضاغط التشغيل OFF (جـ - د) الموضح بالشكل (٢) .

- يلاحظ انحراف مؤشر جهاز الأفوميتر دالاً على قيام شريحة التوصيل بتوصيل النقطة جـ بالنقطة د .

- عند الضغط على ضاغط الإيقاف فإن شريحة التوصيل تبتعد عن النقطتين جـ ، د ويعود مؤشر الأفوميتر إلى نقطة ما لا نهاية مشيراً إلى عدم التوصيل (فتح بين النقطتين جـ ، د) .

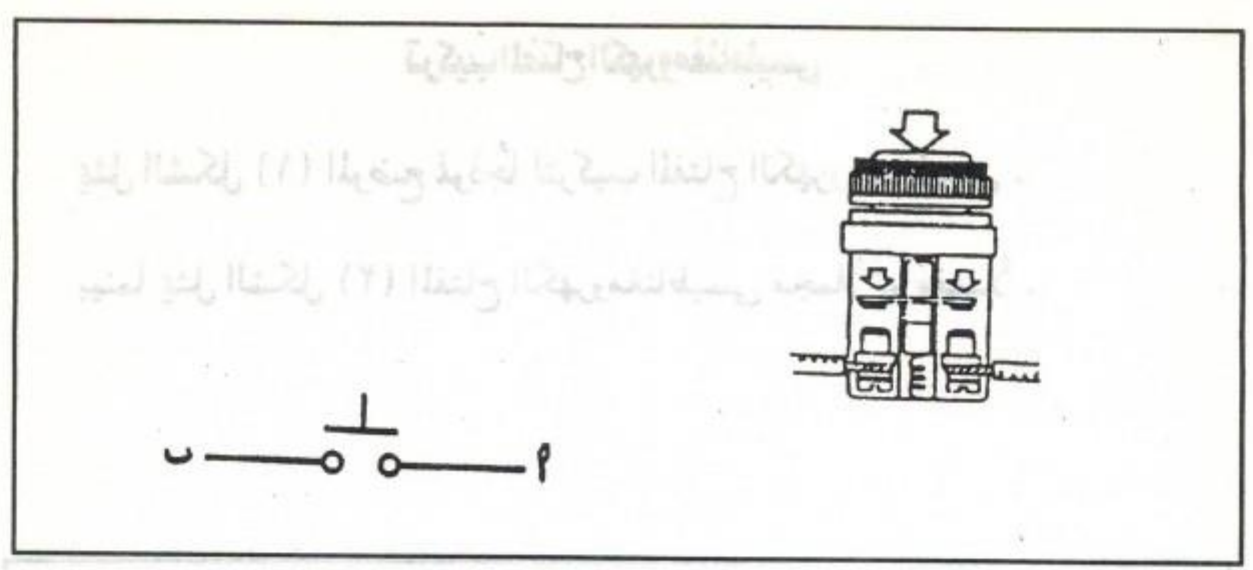
٤ - استخدام واختبار ضاغط التشغيل والإيقاف ON - OFF (من النوع a - b) الضاغط المشترك .

- النقطتين جـ ، د فى هذا الضاغط والموضح بالشكل (٣) تعملان عمل ضاغط الإيقاف OFF لهذا عند توصيل طرفى جهاز الأفوميتر السابق إعداده فى الخطوة /١ بهما فإن مؤشر الجهاز ينحرف دالاً على قيام شريحة التوصيل بتوصيل النقطة جـ ، بالنقطة د وعند الضغط على الضاغط يعود مؤشر الجهاز إلى نقطة ما لا نهاية مشيراً إلى عدم توصيل النقطة جـ والنقطة د .

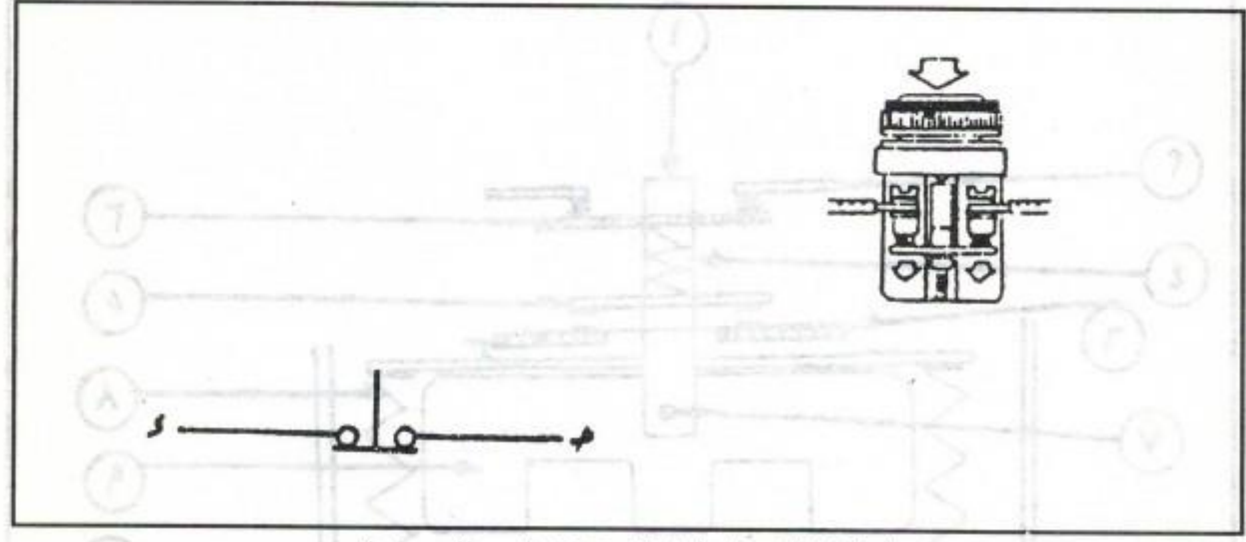
- النقطتين أ ، ب فى هذا الضاغط تعملان عمل ضاغط التشغيل ON لهذا عند توصيل طرفى جهاز الأفوميتر السابق إعداده فى الخطوة أ بهما فإن مؤشر الجهاز لا ينحرف دالاً على أن الدائرة مفتوحة ولكن عند الضغط على الضاغط فإن مؤشر الجهاز ينحرف مشيراً إلى قيام شريحة التوصيل بتوصيل النقطة أ بالنقطة ب .

٥ - الوضع الطبيعى لضاغط التشغيل ON هو عدم توصيل النقطتين أ ، ب إلا بعد الضغط على الضاغط فإنه تتم عملية التوصيل وعند رفع الضغط ينعدم التوصيل بينهما .

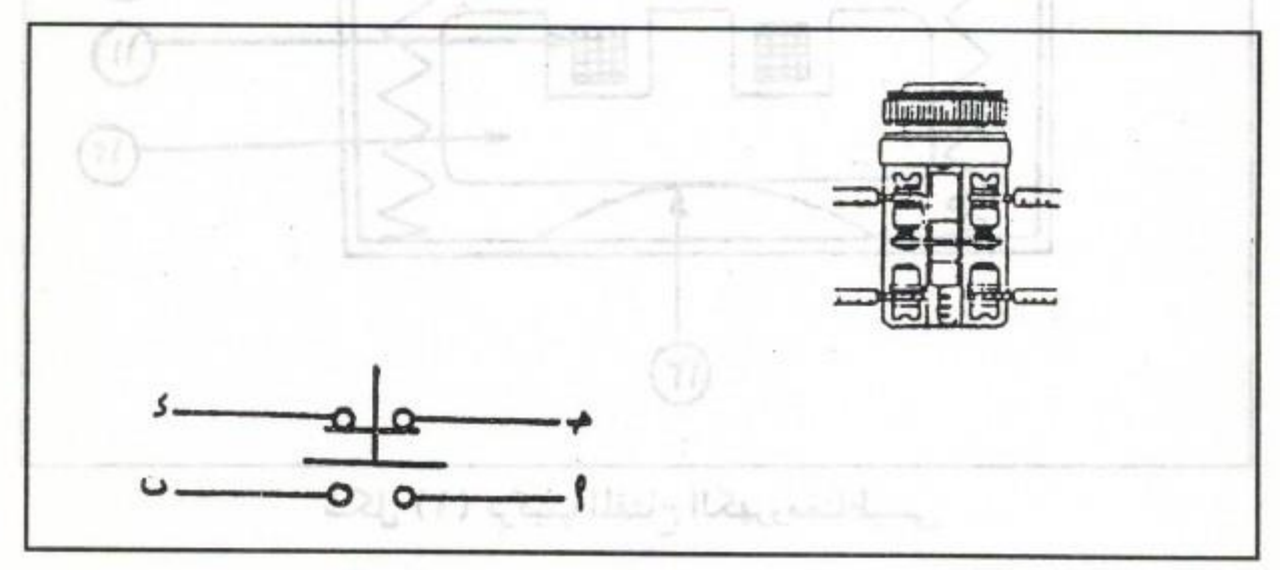
- الوضع الطبيعى لضاغط الإيقاف OFF هو توصيل النقطتين جـ ، د وعند الضغط على الضاغط ينعدم التوصيل بينهما وعند رفع الضغط يعود التوصيل بينهما .



(شكل ١) ضاغط تشغيل ON (من النوع a)



(شكل ٢) ضاغط إيقاف OFF (من النوع b)

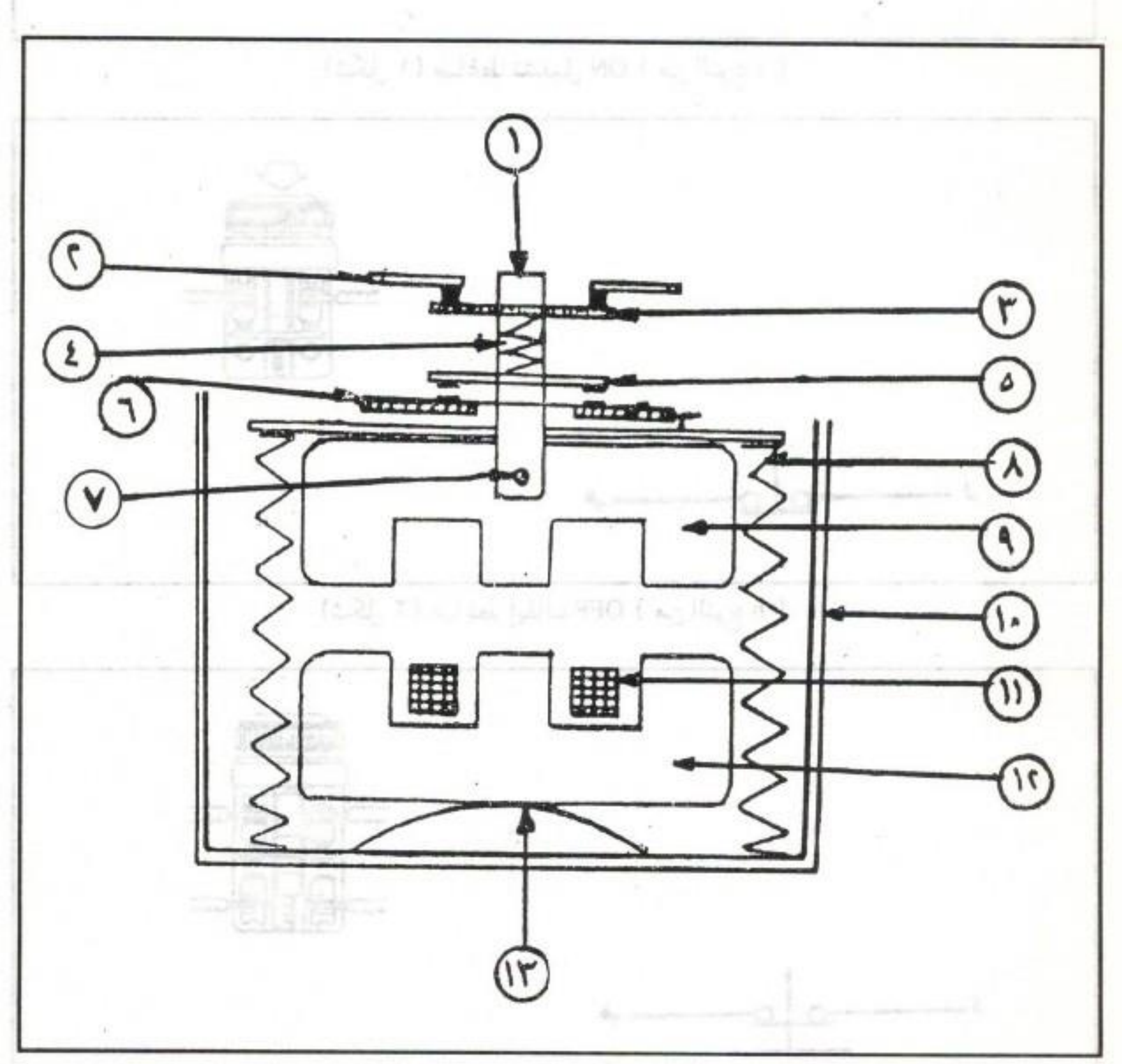


(شكل ٣) ضاغط مشترك تشغيل وإيقاف ON - OFF (من النوع a - b)

تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى

يمثل الشكل (١) الموضح نموذجًا لتركيب المفتاح الكهرومغناطيسى .

بينما يمثل الشكل (٢) المفتاح الكهرومغناطيسى مجملاً ثم مفصلاً .



شكل (١) تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى

١ - ساق من البكاليت حاملة للتلامسات المختلفة وتتحرك منجذبة لأسفل بفعل جذب المجال المغناطيسى الناتج من الملف للقلب الحديدى المتحرك والمثبتة به تلك الساق .

٢ - تلامس من النوع b ثابت .

٣ - تلامس من النوع b متحرك .

٤ - ياى (سوستة صلب) .

٥ - تلامس من النوع a متحرك .

٦ - تلامس من النوع a ثابت .

٧ - مسمار تثبيت الساق البكاليت بالقلب الحديدى المتحرك .

٨ - ياى (سوستة) وعددها اثنان .

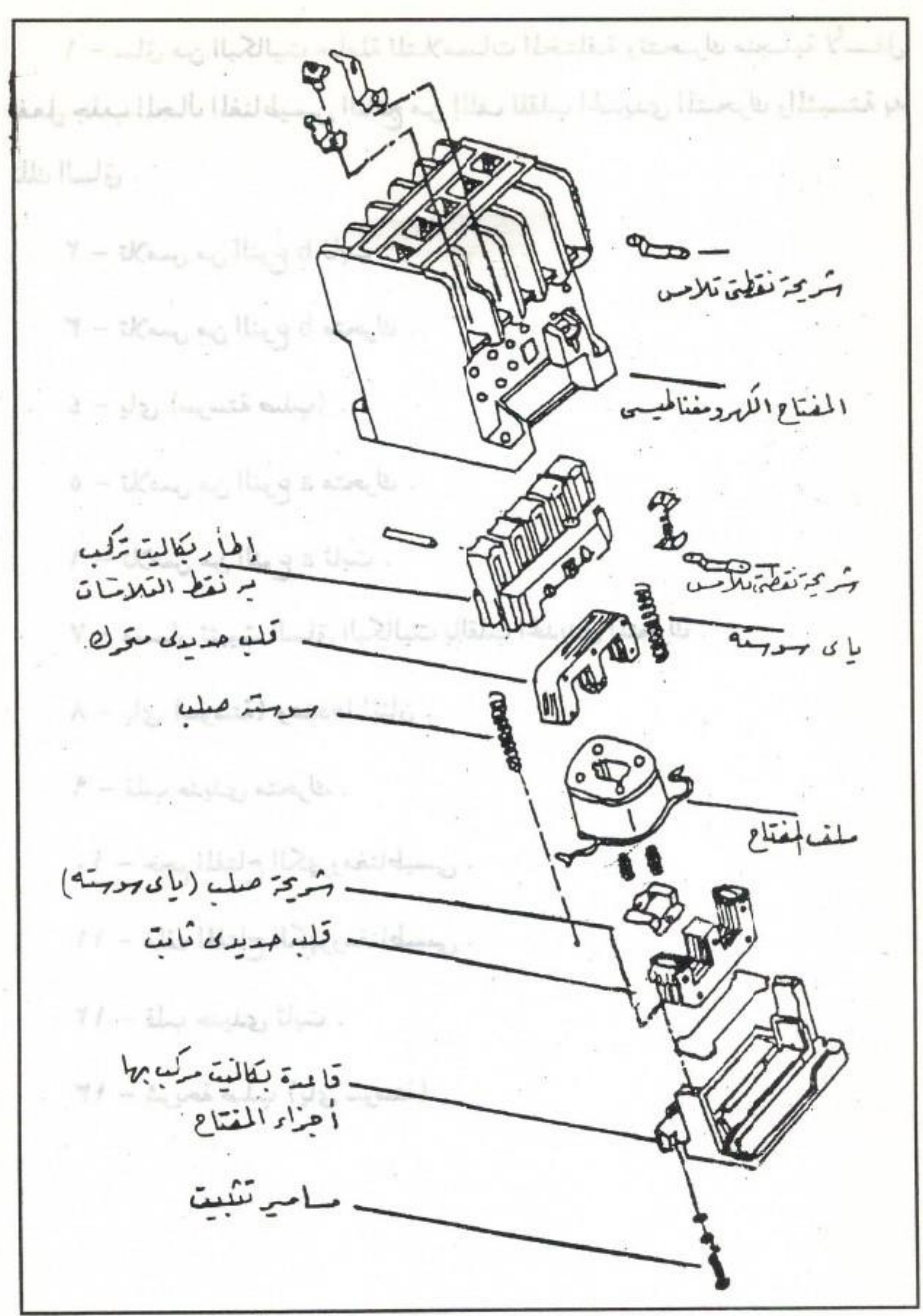
٩ - قلب حديدى متحرك .

١٠ - حجم المفتاح الكهرومغناطيسى .

١١ - ملف المفتاح الكهرومغناطيسى .

١٢ - قلب حديدى ثابت .

١٣ - شريحة صلب (ياى سوستة) .



(شكل ٢) المفتاح الكهرومغناطيسى مجملاً ومفصلاً

التمرين الخامس

التحكم فى تشغيل المحرك الثلاثى الأوجه

باستخدام المفتاح الكهرومغناطيسى

«تشغيل لحظى»

الغرض من التمرين :

التدريب على كيفية التحكم فى تشغيل وإيقاف محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه تشغيل لحظى باستخدام مفتاح كهرومغناطيسى .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لكل من دائرة التحكم ودائرة التشغيل .
- عرض نماذج ومكونات الدائرة للتعرف عليها ومعرفة كيفية تشغيلها .
- تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه .
- مفتاح كهرومغناطيسى مزود بمتمم حرارى ضد زيادة الحمل .
- ضاغط تشغيل يدوى .
- عدد (٤) مصهر (٣ مصهرات تتناسب مع شدة التيار للمحرك ، مصهر يتناسب مع شدة تيار ملف المفتاح الكهرومغناطيسى) .
- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٣ مم^{٢}
- جاكوش - مسامير جمبرت معزولة - مسامير بورمة زرادية - قصافة - قشارة أسلاك .
- لوحة خشبية ٨٠ × ٨٠ مم لتنفيذ التمرين عليها .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم الخاص بكل من دائرة التحكم ، الدائرة الأساسية .

(دائرة التشغيل أو دائرة القدرة) وذلك بهدف :

- التعرف على مكونات الدائرة .

- بيان طريقة توصيل تلك المكونات .

٢ - حدد شدة تيار المحرك واطلب المفتاح الكهرومغناطيسى الذى يتوافق مع شدة تيار المحرك - وكذلك المصهرات المناسبة أيضًا .

٣ - حدد الجهد الكهربائى لملف المفتاح الكهرومغناطيسى فقد يتوافق مع جهد المنبع أو مخالف له .

٤ - وصل مكونات الدائرة متبعًا الآتى :

- وصل مكونات دائرة التشغيل أولا (المصهرات - فقط تلامسات دخل خط القدرة الثلاثى الأوجه بالمفتاح) يرمز لخط القدرة بالرمز R. S. T أو الرمز $L_1. L_2. L_3$ ثم خرج تلك الملامسات بالمتمم الحرارى ومنه إلى المحرك الثلاثى الأوجه (U. V. W) شكل (٢) .

- وصل مكونات دائرة التحكم (المصهر - ضاغط التشغيل اللحظى - الملف المغناطيسى - المتمم الحرارى) شكل (١) .

٥ - وصل دائرة التشغيل بخط القدرة الثلاثى الأوجه المناسب ووصل دائرة التحكم بخط القدرة الذى يتوافق جهده الكهربائى مع جهد التشغيل للملف .

٦ - اضبط المتمم الحرارى طبقًا لشدة تيار المحرك .

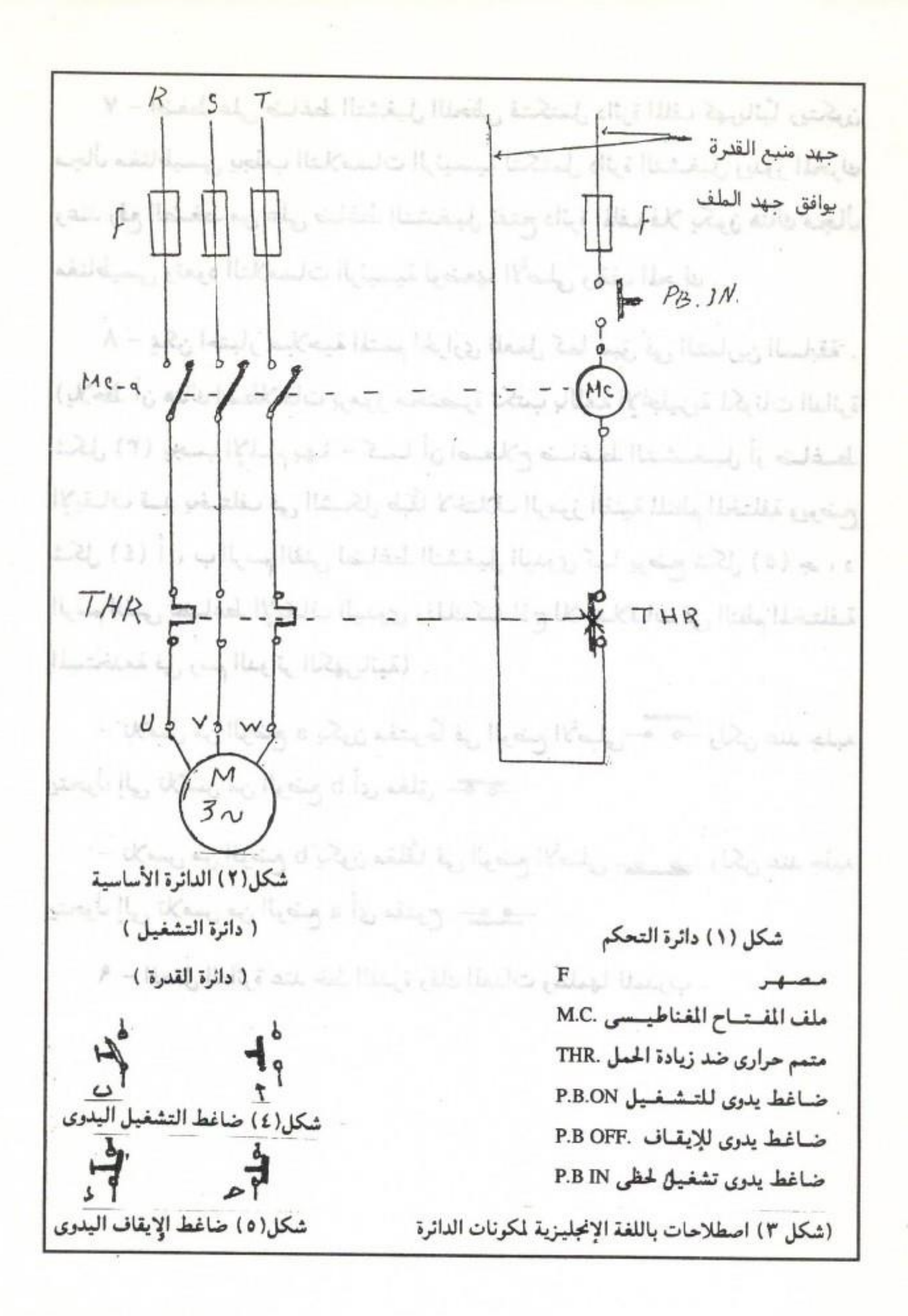
٧ - اضغط على ضاغط التشغيل اللحظى فتكتمل دائرة الملف كهربائيًا ويتكون مجال مغناطيسى يجذب التلامسات الرئيسية لتكتمل دائرة التشغيل ويدور المحرك وعند رفع الضغط من على ضاغط التشغبل تفتح دائرة الملف فلا يكون هناك مجال مغناطيسى وتعود التلامسات الرئيسية لوضعها الأصلى ويقف المحرك .

٨ - يمكن اختبار صلاحية المتمم الحرارى للعمل كما سبق فى التمارين السابقة . (يلاحظ أن هناك اصطلاحات برموز مختصرة تكتب باللغة الإنجليزية لمكونات الدائرة شكل (٣) يجب الإلمام بها - كما أن اصطلاح ضاغط التشغيل أو ضاغط الإيقاف قد يختلف فى الشكل طبقًا لاختلاف الرموز الفنية للنظم المختلفة ويوضح شكل (٤) أ ، ب الرسم الفنى لضاغط التشغيل اليدوى كما يوضح شكل (٥) جـ ، د الرسم الفنى لضاغط الإيقاف اليدوى وذلك كنماذج للاختلافات فى النظم المختلفة المستخدمة فى رسم الدوائر الكهربائية) .

- تلامس من الوضع a يكون مفتوحًا فى الوضع الأصلى ولكن عند جذبه يتحول إلى تلامس من الوضع b أى مغلق

- تلامس من الوضع b يكون مغلقًا فى الوضع الأصلى ولكن عند جذبه يتحول إلى تلامس من الوضع a أى مفتوح

٩ - افصل الدائرة عند خط القدرة وفك المعدات وسلمها للمدرب .



(شكل ٣) اصطلاحات باللغة الإنجليزية لمكونات الدائرة

التمرين السادس

التحكم فى تشغيل المحرك الثلاثى الأوجه

باستخدام المفتاح الكهرومغناطيسى

«تشغيل ذاتى»

الغرض من التمرين :

التدريب على كيفية التحكم فى تشغيل وإيقاف محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه تشغيل ذاتى باستخدام مفتاح كهرومغناطيسى .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لكل من دائرة التحكم ودائرة التشغيل .
- عرض مكونات الدائرة على المتدربين للتعرف عليها ومعرفة كيفية تشغيلها .
- تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه .
- مفتاح كهرومغناطيسى مزود بمتمم حرارى ضد زيادة الحمل .
- ضاغط تشغيل يدوى .
- ضاغط إيقاف يدوى .
- عدد (٣) مصهر (تتوافق مع شدة تيار المحرك) ، عدد (١) مصهر يتوافق مع شدة تيار ملف المفتاح الكهرومغناطيسى .

- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٣ مم^2

- قشارة أسلاك - قصافة - زرادية - جاكوش - مسامير جمبرت معزولة - مسامير بورمة .

- لوحة خشبية ٨٠ × ٨٠ مم لتنفيذ التمرين عليها .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم الخاص بكل من دائرة التحكم ، دائرة التشغيل ، وذلك بهدف :

- التعرف على مكونات الدائرة .

- بيان توصيل تلك المكونات بالدائرة .

٢ - اطلب المفتاح الكهرومغناطيسى ، المصهرات التى تتناسب مع شدة تيار المحرك .

٣ - حدد الجهد الكهربائى لملف المفتاح الكهرومغناطيسى .

٤ - وصل مكونات الدائرة وذلك بتوصيل دائرة التشغيل أولاً كما فى شكل (٢) ثم قم بتوصيل دائرة التحكم ثانيًا كما فى شكل (١) .

٥ - وصل دائرة التشغيل بخط القدرة الثلاثى الأوجه المناسب .

٦ - وصل دائرة التحكم بخط قدرة يتوافق جهده مع جهد التشغيل للملف .

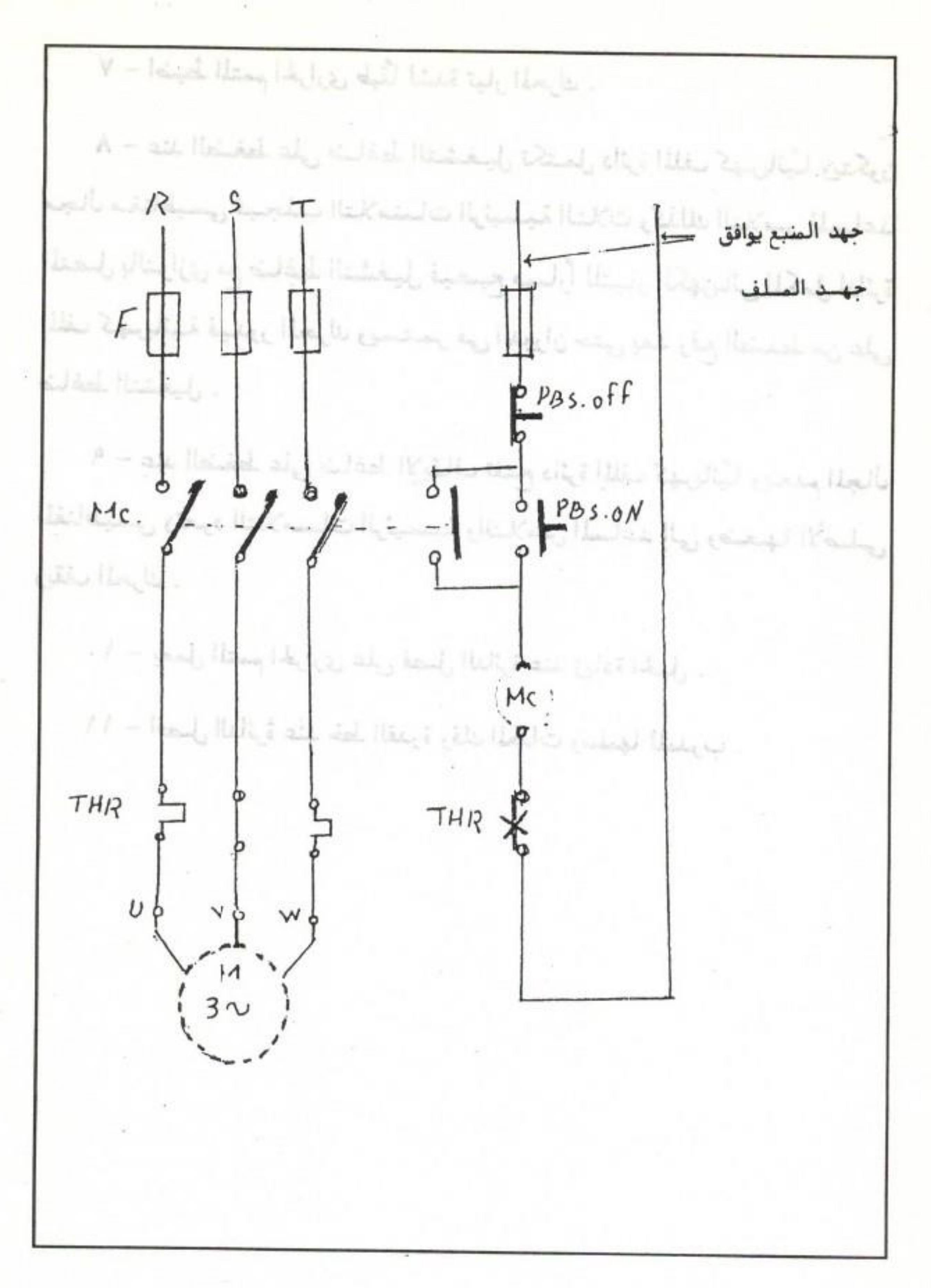
٧ – اضبط المتمم الحرارى طبقًا لشدة تيار المحرك .

٨ – عند الضغط على ضاغط التشغيل تكتمل دائرة الملف كهربائيًا ويتكون مجال مغناطيسى فيجذب التلامسات الرئيسية الثلاث وكذلك التلامس المساعد المتصل بالتوازى مع ضاغط التشغيل فيصبح مساراً للتيار الكهربائى المكمل لدائرة الملف كهربائية فيدور المحرك ويستمر فى الدوران حتى بعد رفع الضغط من على ضاغط التشغيل .

٩ – عند الضغط على ضاغط الإيقاف تفتح دائرة الملف كهربائيًا وينعدم المجال المغناطيسى وتعود التلامسات الرئيسية والتلامس المساعد إلى وضعها الأصلى ويقف المحرك .

١٠ – يعمل المتمم الحرارى على فصل الدائرة عند زيادة الحمل .

١١ – افصل الدائرة عند خط القدرة وفك المعدات وسلمها للمدرب .



شكل(٢) دائرة التشغيل

شكل(١) دائرة التحكم

التمرين السابع

التحكم فى تشغيل المحرك الثلاثى الأوجه

مع استخدام لمبات بيان

الغرض من التمرين :

التدريب على كيفية التحكم فى تشغل وإيقاف محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه تشغيل ذاتى باستخدام مفتاح كهرومغناطيسى ولمبات بيان توضح الآتى :

لمبة خضراء : يظهر ضوؤها أن دائرة التحكم متصلة كهربائيًا ، وذلك فى حالة عدم تشغيل الدائرة .

لمبة بيضاء : يظهر ضوؤها أن ملف المفتاح متصل كهربائيًا ، وذلك عند تشغيل الدائرة .

لمبة حمراء : يظهر ضوؤها أنه عند توقف المحرك فجأة أن هناك زيادة فى شدة التيار جعلت المتمم الحرارى يفصل دائرة الملف كهربائيًا .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لكل من دائرة التحكم ودائرة التشغيل .
- تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه - مفتاح كهرومغناطيسى مزود بمتمم حرارى .
- ضاغط تشغيل يدوى ، ضاغط إيقاف يدوى .
- عدد (٣) مصهر (تتوافق مع شدة تيار المحرك) ، عدد (١) مصهر يتوافق مع شدة تيار ملف المفتاح الكهرومغناطيسى .

- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٣ مم٢

- قشارة أسلاك - قصافة - زرادية - جاكوش - مسامير جمبرت معزولة - مسامير بورمة .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم الخاص بكل من دائرة التحكم ، ودائرة التشغيل للتعرف على مكونات الدائرة وبيان كيفية توصيل تلك المكونات بالدائرة .

٢ - اطلب المعدات اللازمة والمناسبة للدائرة كما سبق التدريب عليه فى التمارين السابقة .

٣ - صل كلاً من مكونات دائرة التشغيل شكل (٢) ، ودائرة التحكم شكل (١) باستخدام الموصلات المناسبة .

٤ - صل كلاً من دائرة التشغيل ، ودائرة التحكم بخط القدرة المناسب .

٥ - تلاحظ فى عدم تشغيل الدائرة - إضاءة اللمبة الخضراء .GL .

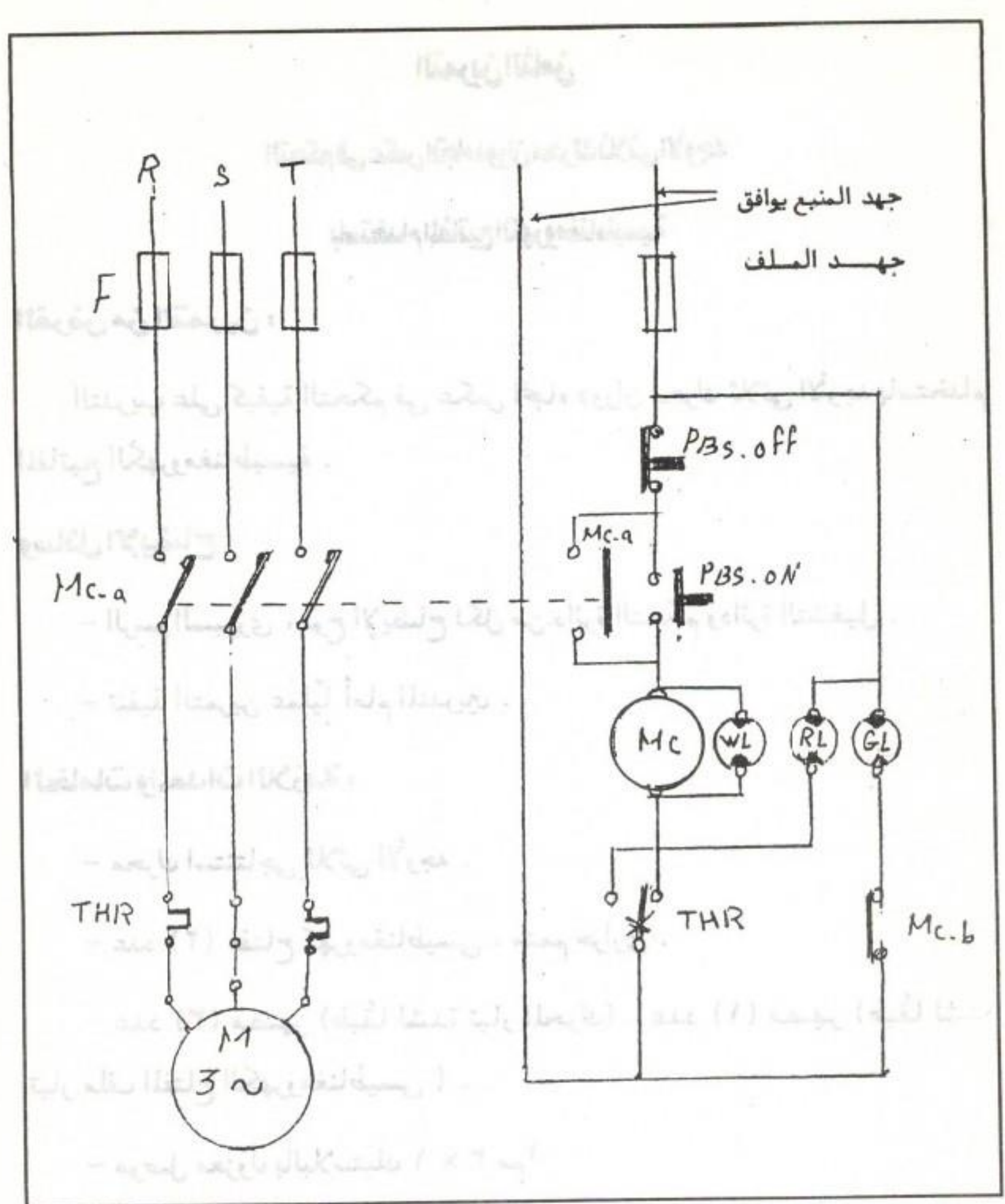
٦ - عند الضغط على ضاغط التشغيل ON يدور المحرك وتضاء اللمبة البيضاء .WL ويفتح التلامس Mc - b دائرة اللمبة الخضراء فتنطفئ .

٧ - عند زيادة الحمل يقوم المتمم الحرارى بفصل دائرة الملف كهربائيًا وتضاء اللمبة الحمراء .RL ويقف المحرك .

٨ - عند الرغبة فى إعادة تشغيل المحرك لابد من العمل على ارتجاع شريحة المتمم الحرارى مكانها (وذلك فى حالة ما إذا كان إيقاف المحرك نتيجة لزيادة الحمل) .

٩ - لإيقاف الدائرة يتم الضغط على ضاغط الإيقاف .

١٠ - افصل الدائرة عند خط القدرة وفك المعدات وسلمها للمدرب .



شكل(١) دائرة التحكم

شكل(٢) دائرة التشغيل

لمبة بيضاء .WL

لمبة خضراء .GL

لمبة حمراء .RL

التمرين الثامن

التحكم فى عكس اتجاه دوران محرك ثلاثى الأوجه

باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية

الغرض من التمرين :

التدريب على كيفية التحكم فى عكس اتجاه دوران محرك ثلاثى الأوجه باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لكل من دائرة التحكم ودائرة التشغيل .
- تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه .
- عدد (٢) مفتاح كهرومغناطيسى ، متمم حرارى .
- عدد (٣) مصهر (طبقًا لشدة تيار المحرك) ، عدد (١) مصهر (طبقًا لشدة تيار ملف المفتاح الكهرومغناطيسى) .
- موصل معزول بالبلاستيك ١ × ٣ مم٢
- جاكوش - مسامير جمبرت معزولة - مسامير بورمة - زرادية - قصافة - قشارة أسلاك - لوحة خشبية لتنفيذ التمرين عليها (٨٠ × ٨٠ سم) .

(يمكن استخدام كورد التوصيل وتنفيذ التمرين على اللوحة الخاصة بمنضدة التحكم الموجودة بالقسم) .

٨ – عند زيادة الحمل يقوم المتمم الحرارى بفتح دائرة الملف – ويقف المحرك .

٩ – اضغط على ضاغط الإيقاف PBs. OFF وافصل الدائرة عند خط القدرة وقم بفك المعدات وسلمها للمدرب .

خطوات العمل :

١ – ادرس الرسم الخاص بكل من دائرة التحكم شكل (١) ودائرة التشغيل (٢) للتعرف على مكونات الدائرة وبيان كيفية توصيل تلك المكونات بالدائرة .

٢ – اطلب المعدات اللازمة والمناسبة لتنفيذ الدائرة .

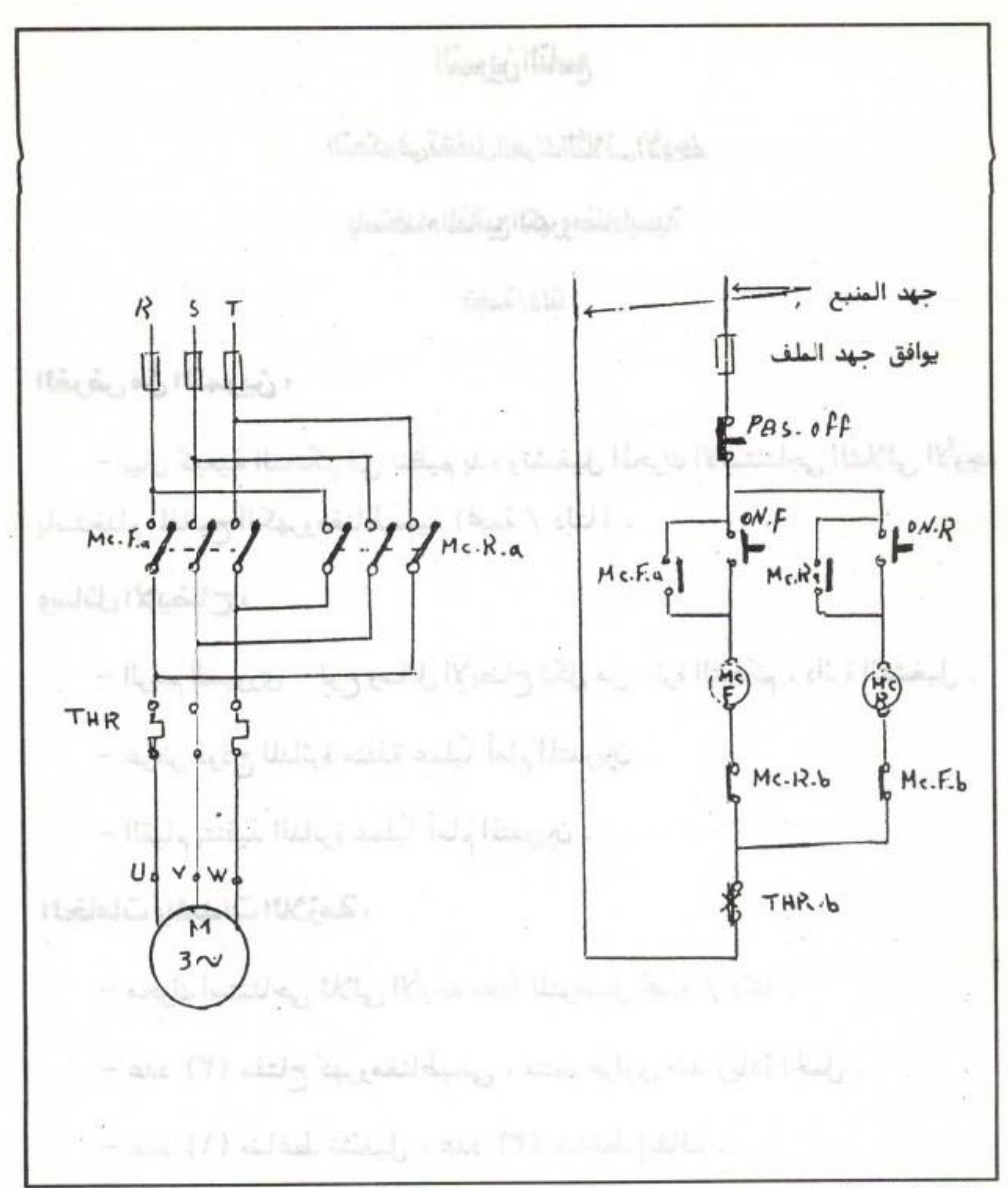
٣ – صل كلاً من مكونات دائرة التشغيل ، دائرة التحكم .

٤ – صل كلاً من دائرة التشغيل ودائرة التحكم بخط القدرة المناسب .

٥ – عند الضغط على ضاغط التشغيل PBs. ONF تكتمل دائرة الملف كهربائياً ويقوم بجذب التلامسات الخاصة به (التلامسات الثلاث بدائرة التشغيل والتلامس المساعد ، فيدور المحرك ويستمر فى الدوران حتى بعد رفع الضغط من على الضاغط وذلك نتيجة لعمل التلامس المساعد وفى نفس اللحظة ينجذب التلامس المغلق Mc. Fb ليفتح دائرة الملف الثانى Mc R حماية للمحرك من أن يقوم شخص ما بالضغط على الضاغط الآخر PBs. ONR أثناء تشغيل المحرك فى الوضع الأول فيسبب حرق ملفات المحرك .

٦ – عند الضغط على ضاغط الإيقاف PBs-OFF يقف المحرك وتعود التلامسات إلى وضعها الأصلى .

٧ - عند الضغط على ضاغط التشغيل ON.R تكتمل دائرة الملف McR كهربائيًا ويقوم بجذب التلامسات الخاصة به فيدور المحرك فى عكس اتجاه الدوران السابق ويستمر فى الدوران حتى بعد رفع الضغط من على الضاغط وذلك نتيجة لعمل التلامس المساعد وفى نفس اللحظة ينجذب التلامس المغلق Mc. R. b ليفتح دائرة الملف الأول حتى لا تكتمل دائرة عند الضغط عليه أثناء تشغيل المحرك فى الوضع الثانى .



شكل(١) دائرة التحكم

شكل(٢) دائرة التشغيل

ملف المفتاح المغناطيسى Mc. F والتلامسات الخاصة به تعمل على دوران المحرك فى الاتجاه الأمامى .

ملف المفتاح المغناطيسى Mc. R والتلامسات الخاصة به تعمل على دوران المحرك فى الاتجاه العكسى .

التمرين التاسع

التحكم فى تشغيل المحرك الثلاثى الأوجه

باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية

نجمة / دلتا

الغرض من التمرين :

- بيان كيفية التحكم فى تنظيم بدء وتشغيل المحرك الاستنتاجى الثلاثى الأوجه باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية (نجمة / دلتا) .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى - لوح وسائل الإيضاح لكل من دائرة التحكم ، دائرة التشغيل .
- عرض نموذج للدائرة منفذة عمليًا أمام المتدربين .
- القيام بتنفيذ الدائرة عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه معداً للتوصيل نجمة / دلتا .
- عدد (٣) مفتاح كهرومغناطيسى ، متمم حرارى ضد زيادة الحمل .
- عدد (١) ضاغط تشغيل ، عدد (٣) ضاغط إيقاف .
- مفكات مناسبة .
- كورد توصيل ذات ألوان مختلفة لتنفيذ التمرين على اللوحة الخاصة بمنضدة التحكم الموجودة بالقسم .
- عدد (٣) مصهر لدائرة التشغيل ، عدد (١) مصهر لدائرة التحكم .

خطوات العمل :

١ - ادرس كل دائرة التحكم شكل (١) ، دائرة التشغيل شكل (٢) للتعرف على مكونات الدائرة وكيفية توصيل المكونات بالدائرة .

٢ - قم بتوصيل كل من دائرة التحكم شكل (١) ودائرة التشغيل شكل (٢) .

مع ملاحظة :

Mc1 يراد به المفتاح المغناطيسى المتصل ببدايات الأوجه العمومى الذى يتكون من الملف والتلامسات الخاصة به (المفتوحة والمقفلة) .

Mc2 يراد به المفتاح المغناطيسى المتصل بنهاية الأوجه والخاص بقفل نقطة النجمة والذى يتكون من الملف والتلامسات الخاصة به (المفتوحة والمقفلة) .

Mc3 يراد به المفتاح المغناطيسى الذى يقوم بتوصيل ملفات أوجه المحرك دلتا والذى يتكون من الملف والتلامسات الخاصة به (المفتوحة والمقفلة) .

٣ - عند الضغط على ضاغط التشغيل (ON) تكتمل دائرة الملف Mc2y وبالتالى تنجذب التلامسات الخاصة به فيتم قصر نهايات الأوجه الثلاثة X.Y.Z مكونة نقطة النجمة وفى نفس اللحظة ينجذب التلامس Mc2-a فتكتمل دائرة الملف Mc1 وتنجذب التلامسات الخاصة به فيتم توصيل التيار الثلاثى الأوجه R. S. T. إلى بدايات الأوجه الثلاثة للمحرك U. V. W فيدور المحرك وهو متصل نجمة وفى نفس اللحظة يعمل التلامس المغلق Mc2-b على فتح دائرة الملف Mc3. Δ حتى لا يمكن أن تكتمل دائرته كهربائيًا خلال تشغيل المحرك بنجمة .

شكل (١) دائرة التحكم

شكل (٢) دائرة التشغيل

٤ - عندما يراد تشغيل المحرك دلتا يتم الضغط Δ فيفتح بذلك الملف Mc2. y فتعود تلامساته إلى الوضع الأصلى وتفتح نقطة النجمة ويعمل التلامس Mc2 b على اكتمال دائرة الملف Mc3. Δ فتنجذب تلامساته والتى تعمل على توصيل ملفات الأوجه الثلاثة دلتا ويستمر المحرك فى التشغيل فى هذا الوضع - كما يعمل التلامس Mc3b على فتح دائرة الملف Mc2. y حتى لا يمكن أن تكتمل دائرته كهربائيًا خلال تشغيل المحرك دلتا .

٥ - اضغط على ضاغط الإيقاف PB OFF ثم افصل الدائرة عن خط القدرة وفك المعدات وسلمها للمدرب .

التمرين العاشر

التحكم فى تشغيل المحرك الثلاثى الأوجه

باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية

ومتابع زمنى

الغرض من التمرين :

- بيان كيفية التحكم فى تنظيم بدء وتشغيل المحرك الاستنتاجى الثلاثى الأوجه باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية ومتابع زمنى .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى - لوح وسائل الإيضاح لكل من دائرة التحكم ودائرة التشغيل .
- عرض المتابع الزمنى TR على المتدربين وشرح طريقة تشغيله .
- عرض نموذج للدائرة منفذة عمليًا أمام المتدربين .
- القيام بتنفيذ الدائرة عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستخدمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه معداً للتوصيل نجمة / دلتا .
- عدد (٣) مفتاح كهرومغناطيسى ، متمم حرارى ضد زيادة الحمل .
- عدد (١) متابع زمنى .
- عدد (١) ضاغط تشغيل ، عدد (١) ضاغط إيقاف .
- عدد (٢) مصهر لدائرة التشغيل ، عدد (١) مصهر لدائرة التحكم .

- مفكات مناسبة .

- كورد توصيل ذات ألوان مختلفة لتنفيذ التمرين عمليًا على اللوحة الخاصة بمنضدة التحكم الموجودة بالقسم .

خطوات العمل :

١ - ادرس كلاً من دائرة التحكم شكل (١) دائرة التشغيل شكل (٢) للتعرف على مكونات الدائرة وكيفية توصيل تلك المكونات بالدائرة .

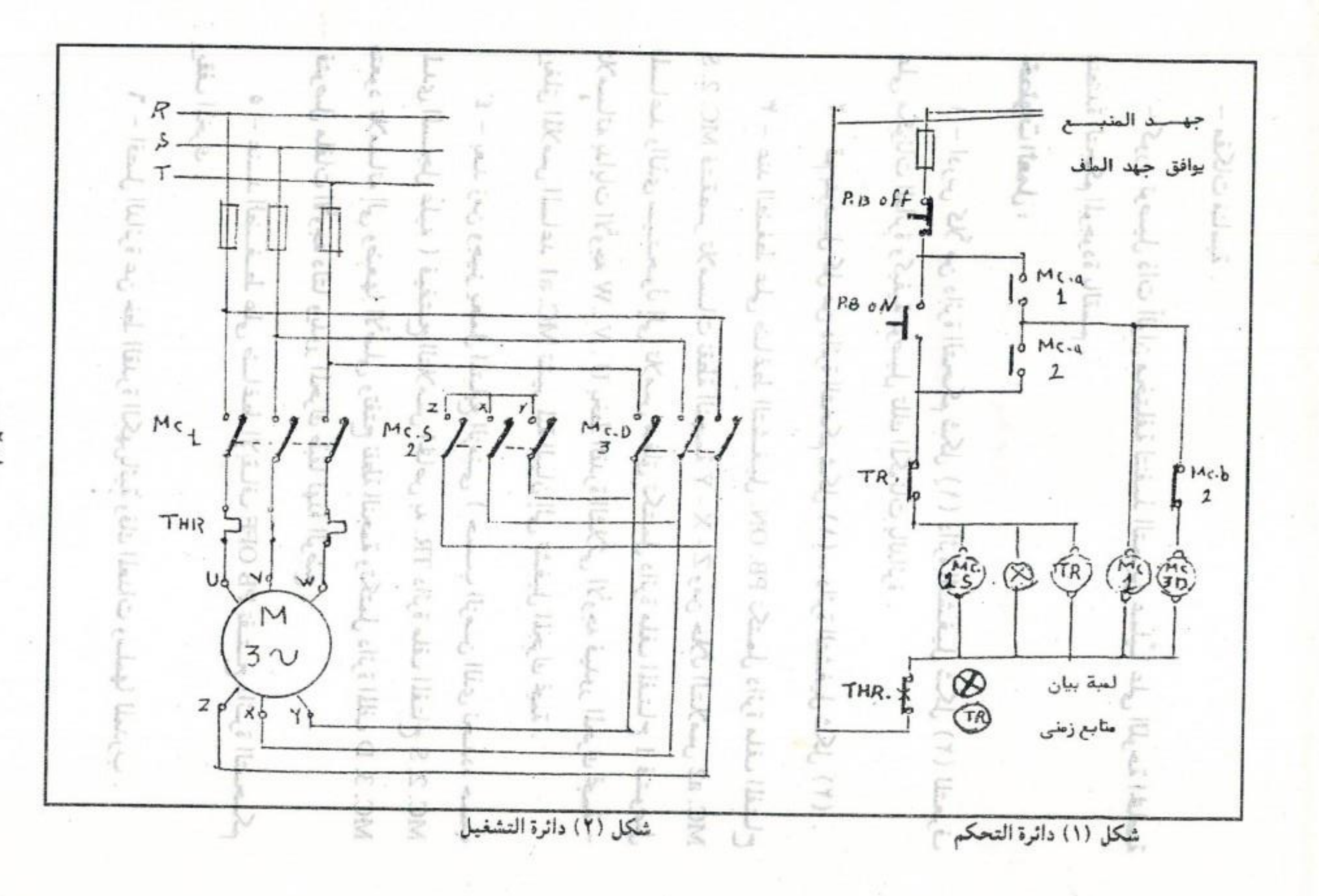
٢ - قم بتوصيل كل من دائرة التحكم شكل (١) ، دائرة التشغيل شكل (٢) .

٣ - عند الضغط على ضاغط التشغيل .PB. ON تكتمل دائرة ملف المفتاح MC. 2. S فتقصر تلامسات نقطة النجمة Z - X - Y ومن خلال التلامس MC. a2 المساعد والذى سيتحول إلى تلامس مغلق تكتمل دائرة ملف المفتاح 1 فتوصل تلامساته بدايات الأوجه U . V . W بخط القدرة الثلاثى الأوجه فيدور المحرك نجمة - ويغلق الملامس المساعد MC. a1 تشير لمبة البيان إلى تشغيل المحرك نجمة .

٤ - بعد زمن وجيز يعمل المتابع الزمنى (حسب الزمن الذى نحدده حسب المدى المسجل عليه) فيفتح التلامس الخاص به .TR دائرة ملف المفتاح MC. 2. S فتعود تلامساته إلى وضعها الأصلى وتفتح نقطة النجمة وتكتمل دائرة الملف MC. 3. D فتوصل ملفات الأوجه دلتا ويدور المحرك طبقا لهذا الوضع .

٥ - عند الضغط على ضاغط الإيقاف PB OFF تفتح دائرة التحكم ويقف المحرك .

٦ - افصل الدائرة عن خط القدرة الكهربائية وفك المعدات وسلمها للمدرب .



شكل (٢) دائرة التشغيل

شكل (١) دائرة التحكم

التمرين الحادى عشر

التحكم فى سرعة المحرك الثلاثى الأوجه

الغرض من التمرين :

التدريب على كيفية التحكم فى سرعة المحرك الاستنتاجى الثلاثى الأوجه عن طريق تغيير عدد الأقطاب وذلك فى حالة المحركات الملفوفة بحيث تعطى عدد أقطاب معين كما أنها ممكن أن تعطى ضعف أو نصف ذلك العدد (بشرط أن يكون عدد الأقطاب زوجيًا).

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى – لوح الإيضاح للرسم الخطى ، الرسم التفصيلى .
- عرض مفتاح السرعتين ذى الكامات على المتدربين وإيضاح طريقة تشغيله .
- تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه معداً للتشغيل ٤ قطب ، ٢ قطب .
- مفتاح سرعتين ذو كامات (يدوى) .
- قاطع دائرة مزود بمتمم حرارى .
- عدد (٣) مصهر (طبقًا لشدة تيار المحرك) .
- مفكات مناسبة .
- كورد توصيل .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم التخطيطى شكل (١) الرسم التفصيلى شكل (٢) لمعرفة مكونات الدائرة وطريقة توصيل تلك المكونات بالدائرة .

٢ - صل الدائرة كما هو موضح بالشكل التفصيلى (٢) وتأكد من ضبط المتمم الحرارى طبقا لشدة تيار المحرك .

٣ - ضع مفتاح السرعتين فى وضع عدم التشغيل (٥) .

٤ - صل الدائرة بخط القدرة الثلاثى الأوجه .

٥ - ضع مفتاح قاطع الدائرة فى وضع التشغيل ON ثم غير وضع مفتاح السرعتين إلى وضع 1 وهذا يجعل المحرك يدور بسرعة تقترب من ١٥٠٠ لفة / ق وعدد أقطاب ٤ قطب شكل (٣) .

٦ - بعد مدة غير وضع مفتاح السرعتين إلى وضع 2 وهذا يجعل المحرك يدور بسرعة تقترب من ٣٠٠٠ لفة / ق وعدد أقطاب ٢ قطب شكل (٤) .

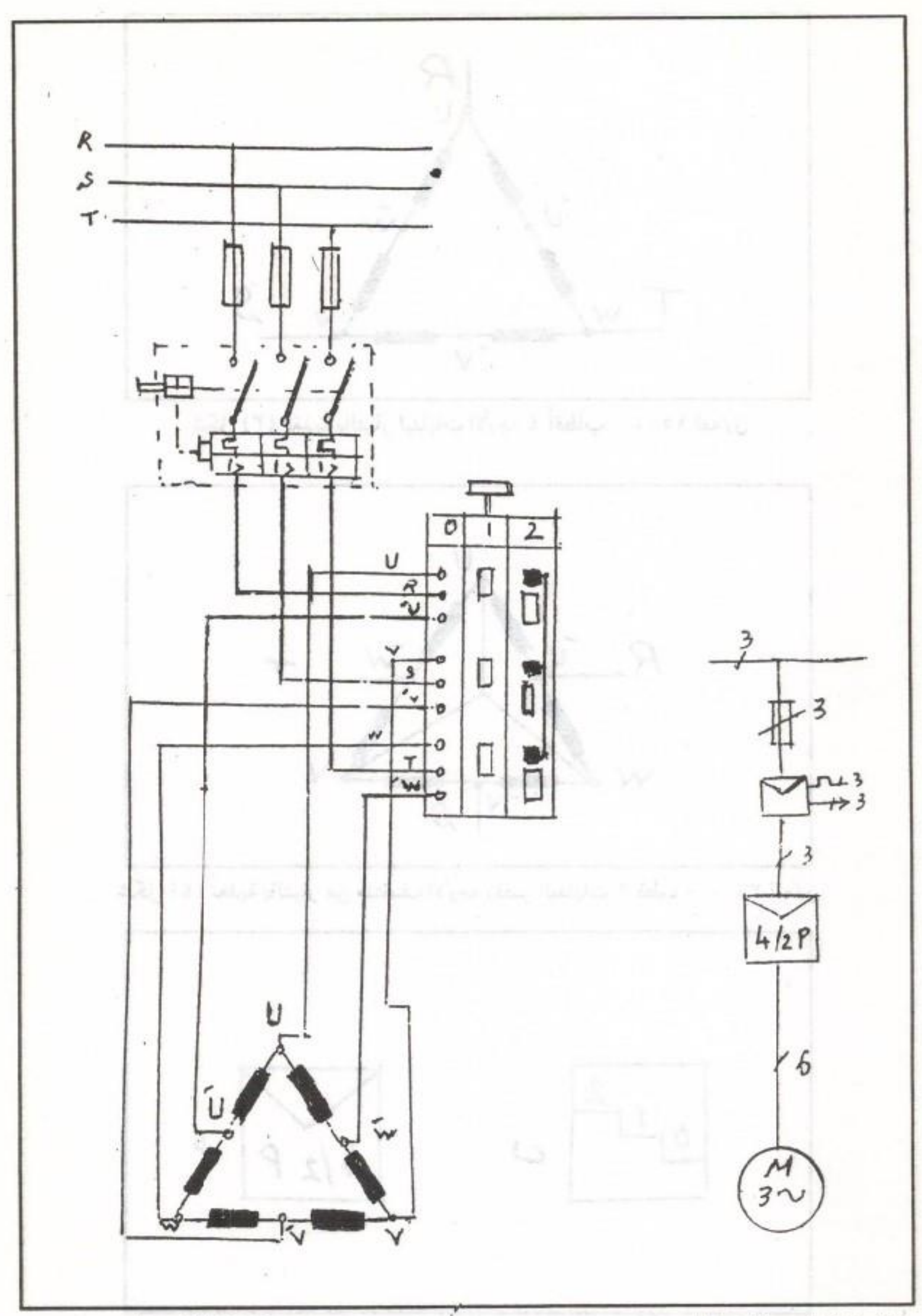
٧ - افصل الدائرة كهربائيًا ، وذلك بوضع مفتاح قاطع الدائرة فى وضع عدم التشغيل وانتظر حتى يقف المحرك .

٨ - افصل الدائرة عن منبع القدرة - وفك المعدات وسلمها للمدرب .

٩ - لاحظ الآتى :

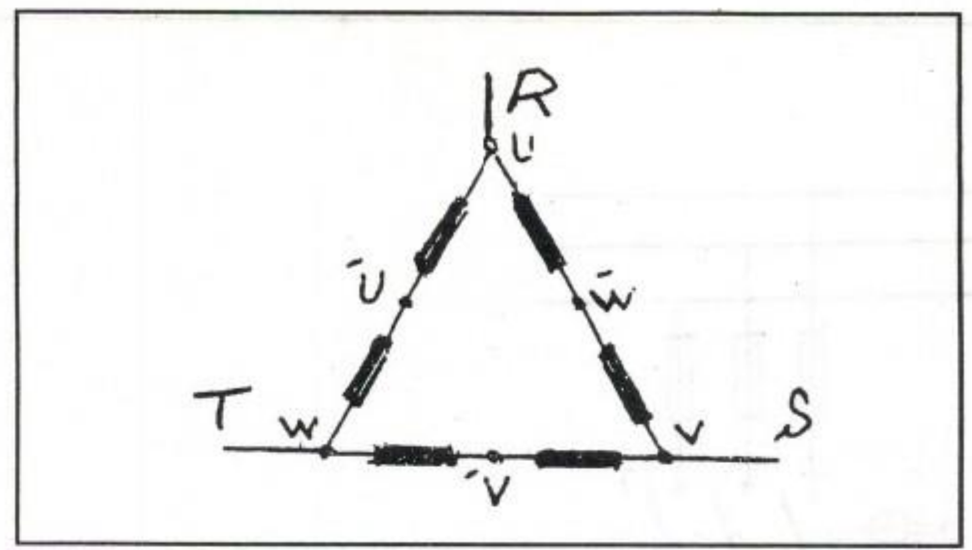
- السرعة تتناسب تناسبًا عكسيًا مع عدد الأقطاب .

- يمثل الشكل (٥) (أ ، أو ب) الرمز الفنى لاصطلاح مفتاح السرعتين .

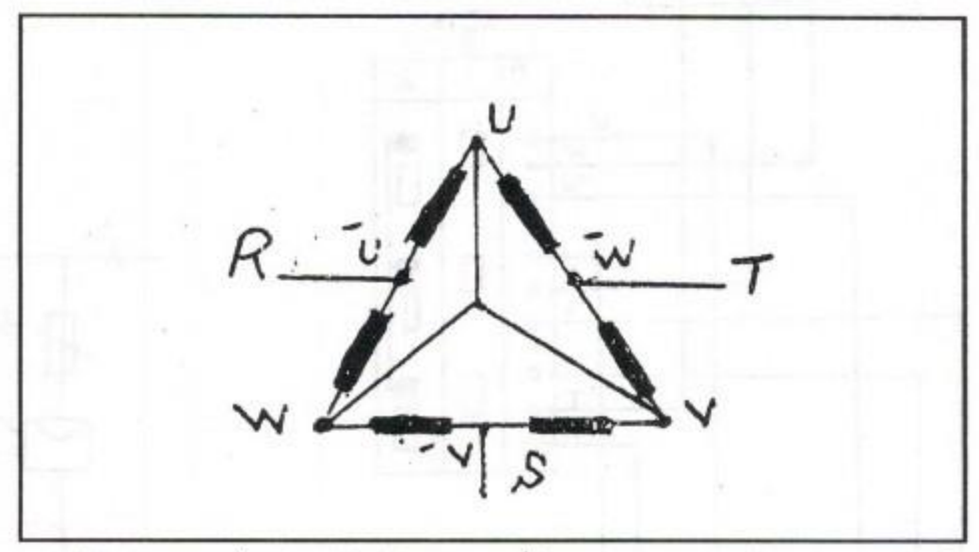


شكل (٢) الرسم التفصيلى

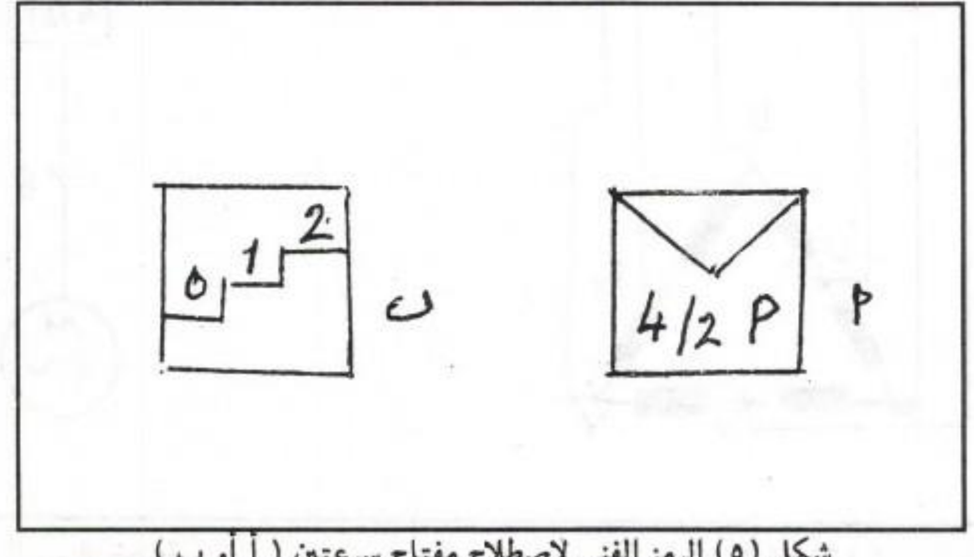
شكل (١) الرسم التخطيطى



شكل (٣) تغذية بالتيار لبدايات الأوجه ٤ أقطاب - ١٥٠٠ لفه/ق



شكل (٤) تغذية بالتيار من منتصف الأوجه وقصر البدايات ٢ قطب - ٣٠٠٠ لفه/ق



شكل (٥) الرمز الفنى لاصطلاح مفتاح سرعتين (أ أو ب)

التمرين الثانى عشر

تحسين معامل القدرة بدائرة

محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه

الغرض من التمرين :

التدريب على تحسين معامل القدرة بدائرة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى – لوح الإيضاح لكل من الرسم الخطى ، الرسم التفصيلى .
- عرض مكونات الدائرة على المتدربين للتعرف عليها .
- تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والأجهزة المستعملة :

- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دوار قفص سنجابى .
- قاطع دائرة مزود بمتمم ضد زيادة الحمل .
- جهاز قياس معامل القدرة ٣٨٠ فولت .
- قاطع دائرة .
- عدد (٣) مكثف (٣ ميكروفاراد ٢٣٠ فولت) .
- عدد (٢) مقاومة تفريغ (١,٨ ك أوم) .
- كورد توصيل .
- عدد (٣) مصهر (حسب شدة تيار المحرك) .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم التخطيطى شكل (١) والرسم التفصيلى شكل (٢) للتعرف على مكونات الدائرة وطريقة توصيل تلك المكونات بالدائرة .

٢ - اطلب المعدات والخامات اللازمة والمناسبة لتنفيذ الدائرة .

٣ - صل مكونات الدائرة طبقا للرسم التفصيلى شكل (٢) .

٤ - صل الدائرة بخط القدرة المناسب .

٥ - ضع قاطع الدائرة (١) فى وضع التشغيل .

٦ - قم بتحميل المحرك بالحمل المناسب .

٧ - قم بقراءة وتسجيل قيمة معامل القدرة .

٨ - ضع قاطع الدائرة (٢) فى وضع التشغيل .

٩ - قم بقراءة وتسجيل قيمة معامل القدرة .

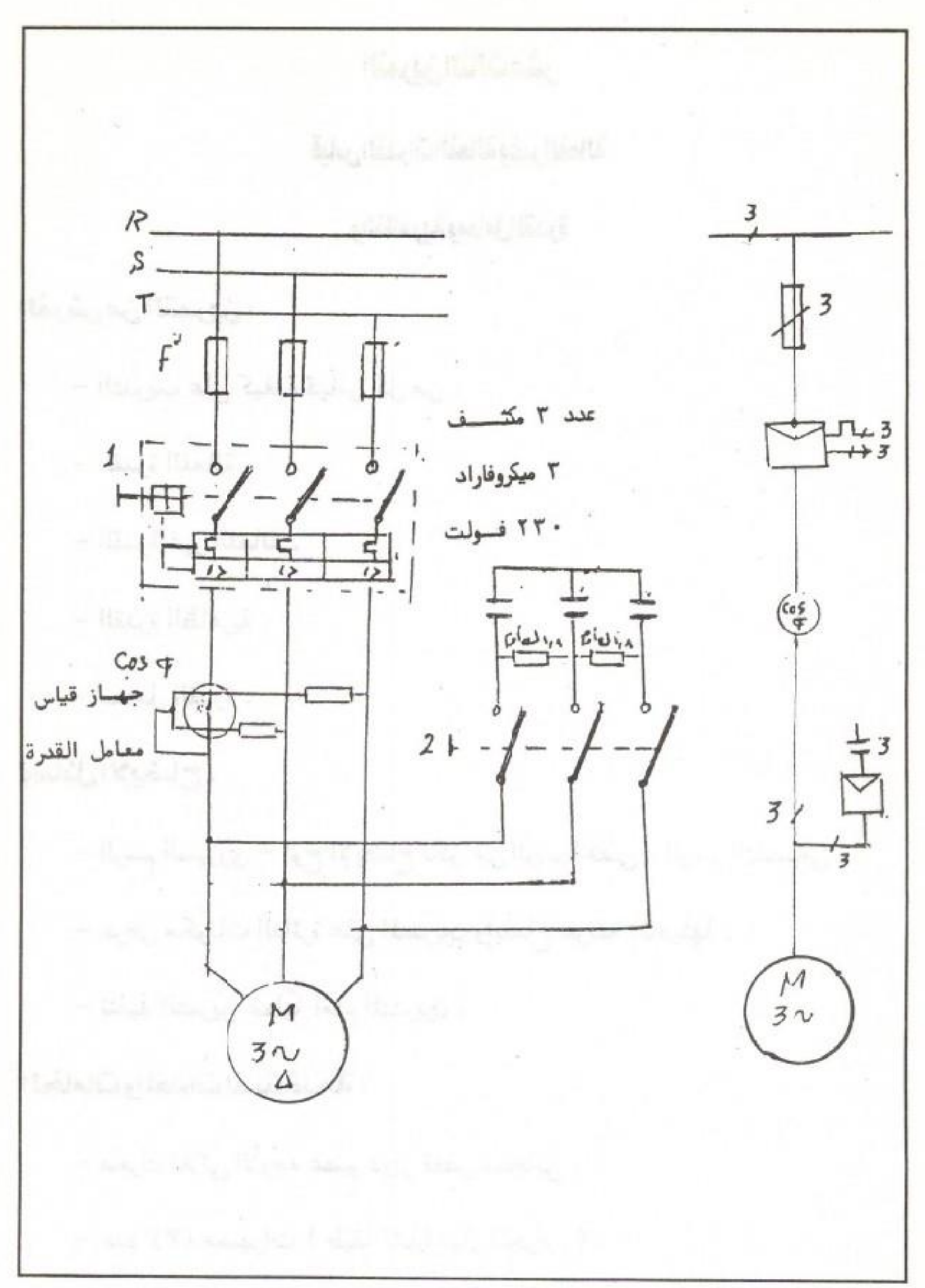
(قارن بين قراءتى معامل القدرة فى الخطوة (٧) ، والخطوة (٩) ولاحظ مدى التحسن فى معامل القدرة) .

١٠ - ضع قاطع الدائرة (١) فى وضع الايقاف .

١١ - ضع قاطع الدائرة (٢) فى وضع الايقاف .

١٢ - افصل الدائرة عن منبع القدرة .

١٣ - فك المعدات وسلمها للمدرب .



شكل (١) الرسم التخطيطى شكل (٢) الرسم التفصيلى

التمرين الثالث عشر

قياس القدرات الفعالة وغير الفعالة

والظاهرية ومعامل القدرة

الغرض من التمرين :

- التدريب على كيفية قياس كل من :
- القدرة الفعالة .
- القدرة غير الفعالة .
- القدرة الظاهرية .
- معامل القدرة .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى - لوح الإيضاح لكل من الرسم الخطى ، الرسم التفصيلى .
- عرض مكونات الدائرة على المتدربين وإيضاح طريقة تشغيلها .
- تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات المستخدمة :

- محرك ثلاثى الأوجه عضو دوار قفص سنجابى .
- عدد (٣) مصهرات (طبقا لشدة تيار المحرك) .
- قاطع دائرى ثلاثى الأوجه مزود بوقاية ضد زيادة الحمل .

- فولتيميتر ٤٠٠ فولت ، أمبيروميتر (١ - ٥ أمبير) - كورد توصيل .

- جهاز قياس معامل القدرة .

- جهاز واتيميتر لقياس القدرة فى دائرة ثلاثية الأوجه .

- فارمتر لقياس القدرة غير الفعالة فى دائرة ثلاثية الأوجه .

خطوات العمل :

١ - ادرس الرسم التخطيطى والرسم التفصيلى لبيان مكونات الدائرة . ومعرفة كيفية توصيلها شكل (١) ، شكل (٢) .

٢ - وصل الدائرة كما هو موضح بالشكل التفصيلى (٢) .

٣ - وصل الدائرة بخط القدرة ثلاثى الأوجه .

٤ - ضع قاطع الدائرة فى وضع التشغيل .

٥ - حمل المحرك بالحمل المقرر باستخدام فرملة التيارات الدوامية ويجب أن يظل الحمل ثابتا .

٦ - قم بقياس تيار الخط (ب. ع) وجهد الخط (ج . ح) .

٧ - احسب قيمة القدرة الظاهرية

القدرة الظاهرية = $\sqrt{٣}$ جخ × تخ .

٨ - قم بقياس القدرة الفعالة الداخلة إلى المحرك وذلك من خلال قراءة الواتميتر .

٩ - قم بقياس القدرة غير الفعالة وذلك من خلال قراءة الفارميتر .

١٠ - قم بقياس معامل القدرة وذلك من خلال قراءة جهاز معامل القدرة .

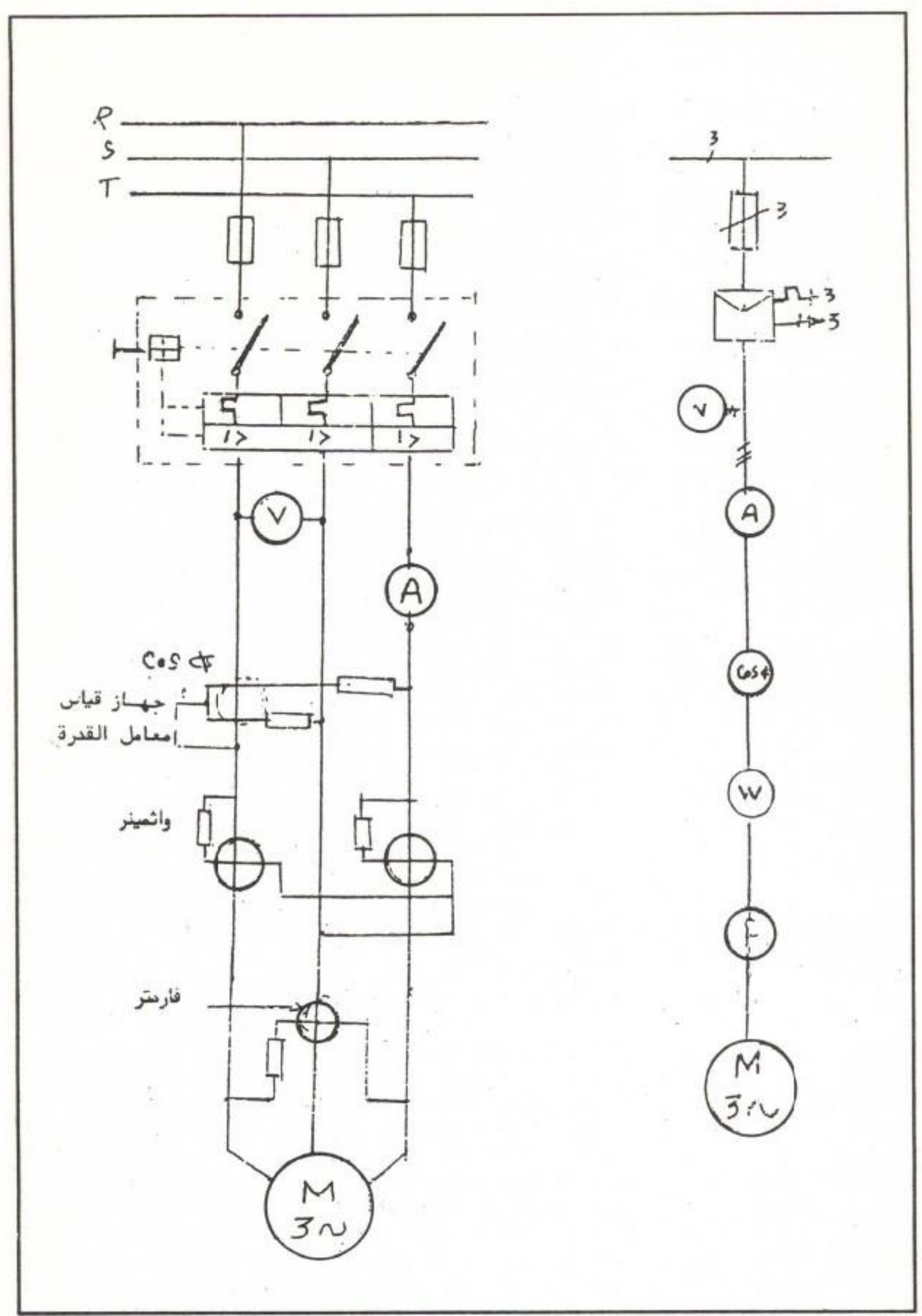
١١ - تأكد من صحة العلاقات الآتية :

القدرة الفعالة الداخلة = القدرة الظاهرية × معامل القدرة .

(القدرة غير الفعالة)^{٢} = (القدرة الظاهرية)^{٢} - (القدرة الفعالة الداخلة)^{٢} .

١٢ - بعد التأكد من صحة القراءات قم بفصل قاطع الدائرة - ثم قم بفصل خط القدرة الثلاثى الأوجه عن الدائرة وفك المعدات وسلمها للمدرب .

(يلاحظ أن قراءات الأجهزة السابقة تتم فى حالة الحمل المتزن أما فى حالة الحمل غير المتزن فإن القدرة غير الفعالة ومعامل القدرة تكون قراءتهما غير صحيحة) .



شكل (٢) الرسم التفصيلى

شكل (١) الرسم التخطيطى

الباب السابع

توصيل الآلات المتزامنة الثلاثية الأوجه

التمرين الأول

بدء تشغيل محرك ثلاثى الأوجه

بحلقات منزلقة

الغرض من التمرين :

التدريب على كيفية بدء تشغيل محرك ثلاثى الأوجه بحلقات منزلقة كمحرك تأثيرى وتغيير معامل قدرته .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لدائرة التحكم ودائرة التشغيل .
- عرض مكونات الدائرة على المتدربين وإيضاح طريقة تشغيلها .
- تنفيذ التمرين عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك تزامنى ثلاثى الأوجه بحلقات منزلقة .
- عدد ٣ مفتاح كهرومغناطيسى ثلاثى الأوجه مزود بمتمم حرارى ضد زيادة الحمل .
- عدد ٢ أميتر ١٠ أمبير .
- عدد ١ جهاز قياس معامل القدرة .
- عدد ٦ مصهر (وفقا للأحمال) .
- عدد ١ مفتاح تغيير القطبية ، مقاومة تنظيم .

- ضاغط تشغيل ، ضاغط ايقاف .

- كورد توصيل .

خطوات العمل :

١ - ادرس دائرة التحكم شكل (١) ودائرة التشغيل شكل (٢) للتعرف على مكونات الدائرة وطريقة توصيلها بالدائرة .

٢ - اطلب الخامات والمعدات المناسبة لتنفيذ الدائرة عمليًا .

٣ - قم بتوصيل مكونات دائرة التحكم ودائرة التشغيل .

٤ - توصيل دائرة التحكم .

(أ) قم بتوصيل مصدر القدرة المترددة .

(ب) اضغط على ضاغط التشغيل ON .

(ملامسات الملفات (١ ، ٢ ، ٣) يجب أن تلقط وبعد مدة تأخير محددة ومعلومة مسبقا يفصل تلامس الملف (٢) لأن ملامس الملف ٣ يفتح) .

(جـ) اضغط على مفتاح ضاغط الإيقاف OFF (كل الملامسات يجب أن تفصل) .

(د) افصل مصدر القدرة المترددة .

تشغيل المحرك التزامنى :

(أ) ضع مفتاح تغيير القطبية (فى دائرة ١١٠ فولت تيار مستمر) فى وضع التشغيل واضبط مقاومة التنظيم بالدائرة حتى تصل شدة التيار كما يبينها الأميتر شكل (٥) إلى أقل قيمة .

(ب) قم بتوصيل مصدر القدرة المترددة (٣ أوجه) بدائرة التشغيل .

(جـ) اضغط على ضاغط التشغيل **ON** الموجود بدائرة التحكم .

(يجب أن يبدأ المحرك فى الحركة ويستمر حتى يصل إلى السرعة التزامنية .

٥ - فحص دائرة إنارة العضو الدوار للمحرك التزامنى بالتيار المستمر للتأكد من صحة القطبية .

(أ) اغلق المفتاح (٧) واضبط مقاومة التنظيم شكل (٨) بحيث تزداد قيمة تيار الإنارة والمبينة على جهاز الأميتر شكل (٥) .

(ب) لاحظ قيمة تيار الخط على الأميتر شكل (٦) .

(إذا زاد تيار الخط بسسرعة فإن هذا يشير إلى خطأ فى قطبية أقطاب الإنارة قم بتقليل تيار الإنارة باستخدام المقاومة شكل (٨) ثم اعكس وضع المفتاح (٧) .

٦ - قم بتحميل المحرك التزامنى .

٧ - قم بتغيير معامل قدرة المحرك .

(أ) اضبط المقاومة ٨ ببطء .

(ب) لاحظ قيمة معامل القدرة .

(معامل القدرة يجب أن يتغير من معامل قدرة متقدم إلى معامل قدرة متأخر) .

(جـ) اضبط معامل القدرة بحيث يصبح قيمته هى الوحدة .

٨ - قم بتحميل المحرك المتزامن بحمل أكبر من حمله المقرر .

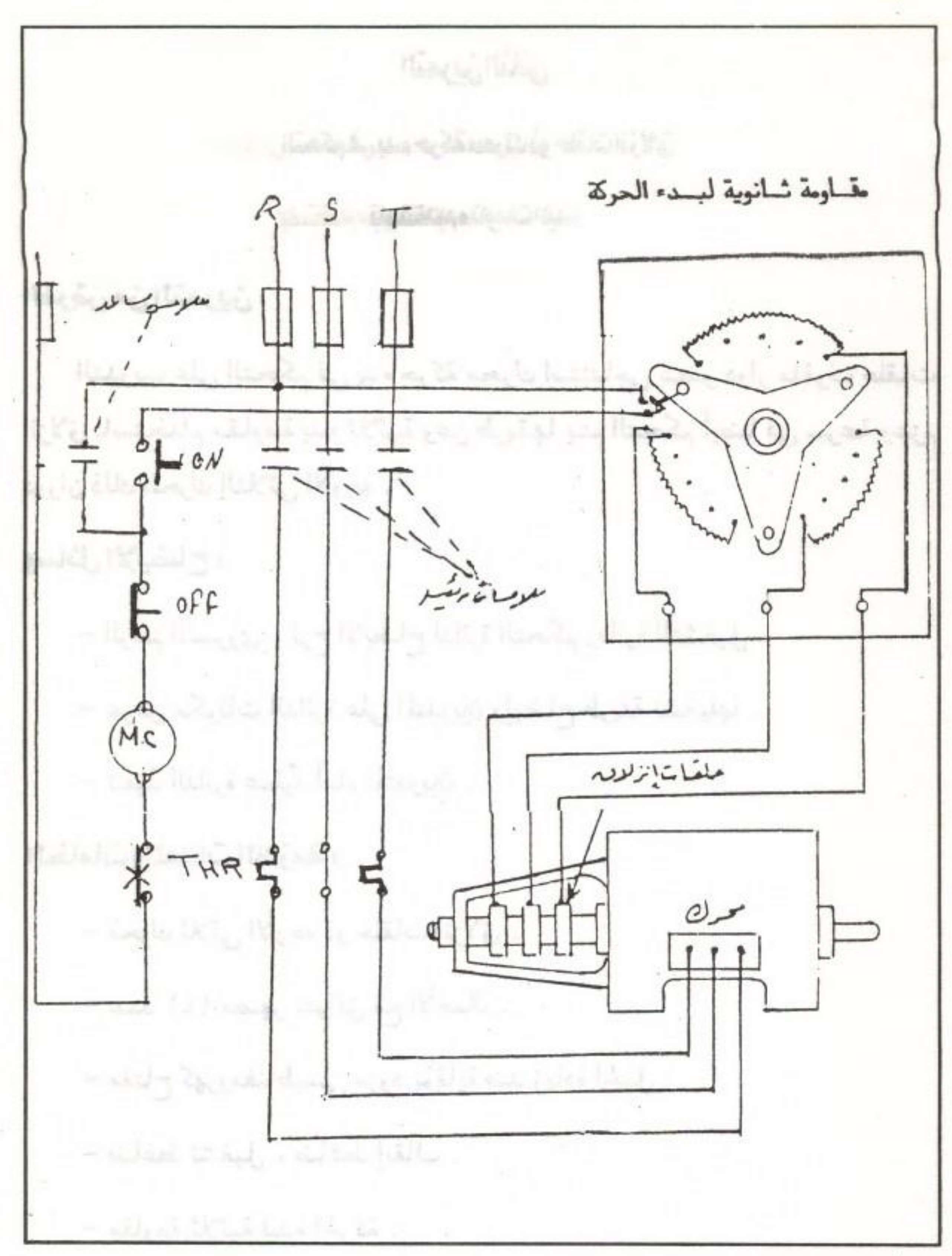
عندما يتعدى الحمل عزم الإدارة للمحرك فإن المحرك يخرج عن نطاق التزامن ويتوقف عن الحركة .

٩ - قم بفك مكونات الدائرة .

(أ) قم بفصل مصدر القدرة المترددة .

(ب) افصل مصدر التيار المستمر ١١٠ فولت .

(جـ) فك جميع مكونات الدائرة وسلمها للمدرب .



شكل (٢) دائرة التشغيل

شكل (١) دائرة التحكم

التمرين الثانى

التحكم فى بدء حركة محرك ذو حلقات انزلاق

باستخدام مقاومات البدء

الغرض من التمرين :

التدريب على التحكم فى بدء حركة محرك استنتاجى عضو دوار ملفوف حلقات انزلاق باستخدام مقاومة بدء ثلاثية وعن طريقها يتم التحكم أيضا فى سرعة وعزم دوران ذلك المحرك الثلاثى الأوجه .

وسائل الإيضاح :

- الرسم السبورى ، لوح الإيضاح لدائرة التحكم ودائرة التشغيل .
- عرض مكونات الدائرة على المتدربين وإيضاح طريقة تشغيلها .
- تنفيذ الدائرة عمليًا أمام المتدربين .

الخامات والمعدات اللازمة :

- محرك ثلاثى الأوجه ذو حلقات انزلاق .
- عدد (٤) مصهر تتوافق مع الأحمال .
- مفتاح كهرومغناطيسى مزود بوقاية ضد زيادة الحمل .
- ضاغط تشغيل ، ضاغط إيقاف .
- مقاومة ثلاثية لبدء الحركة .
- مفكات مناسبة .
- كورد توصيل .

خطوات العمل :

١ - ادرس دائرة التحكم شكل (١) ودائرة التشغيل شكل (٢) للتعرف على مكونات الدائرة وطريقة توصيلها .

٢ - اطلب الخامات والمعدات اللازمة لتنفيذ الدائرة .

٣ - قم بتوصيل كل من دائرة التحكم ودائرة التشغيل طبقا لما هو موضح بشكل (١ ، ٢) .

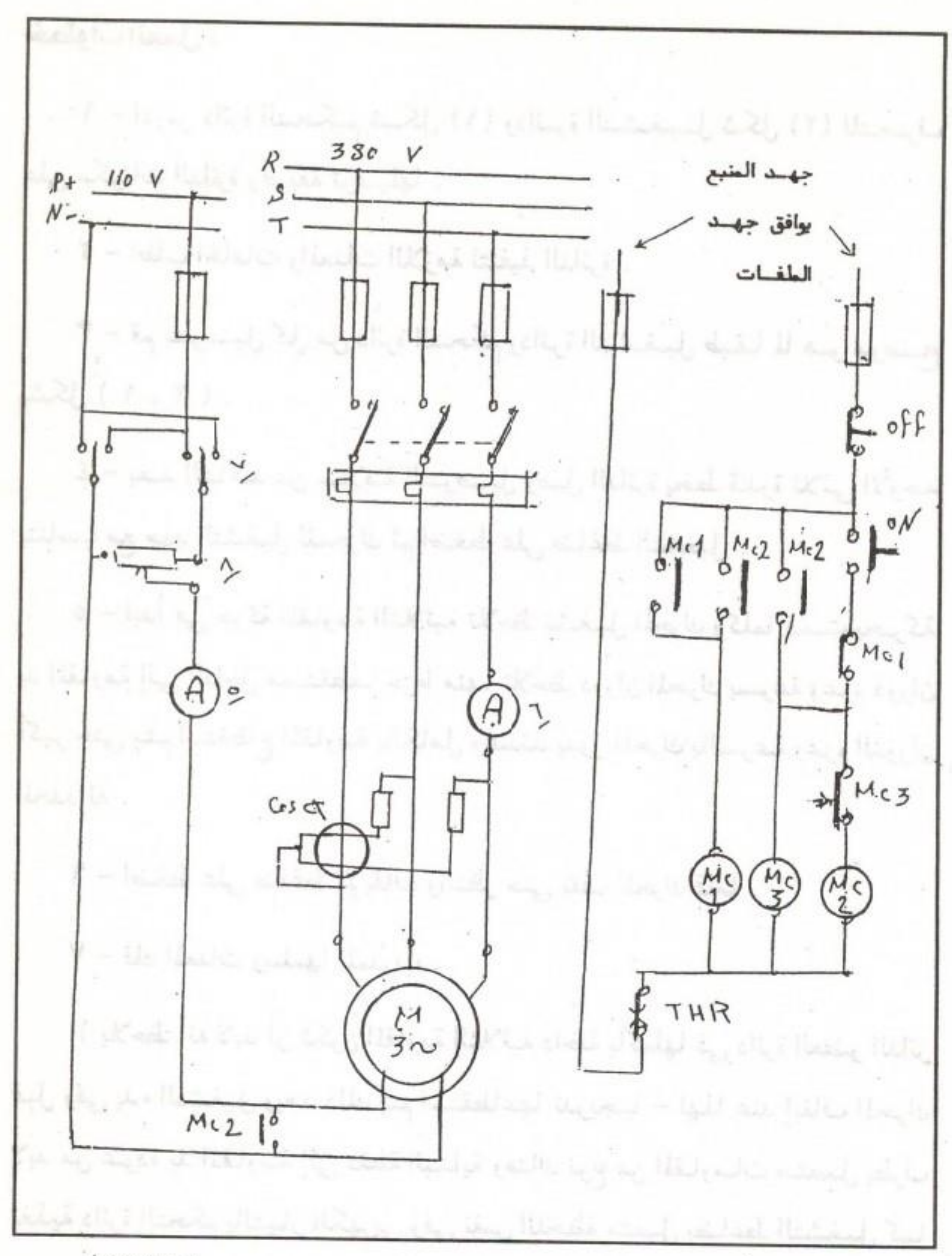
٤ - بعد التأكد من سلامة التوصيل وصل الدائرة بخط قدرة ثلاثى الأوجه يتناسب مع جهد التشغيل للمحرك ثم اضغط على ضاغط التشغيل .

٥ - ابدأ فى حركة المقاومة الثلاثية تلاحظ تشغيل المحرك وكلما قمت بحركة يد المقاومة إلى الداخل مستقطعا جزءا منها تلاحظ دوران المحرك بسرعة وعزم دوران أكبر حتى يتم استقطاع المقاومة بالكامل وعندئذ يدور المحرك بالسرعة وعزم الدوران المحدد له .

٦ - اضغط على ضاغط الإيقاف وانتظر حتى يقف المحرك تماما .

٧ - فك المعدات وسلمها للمدرب .

(يلاحظ أنه لابد أن تكون المقاومة الثلاثية داخلة بأكملها فى دائرة العضو الدائر قبل وفى بدء التشغيل وبعد ذلك يتم استقطاعها تدريجيا - لهذا عند إيقاف المحرك لابد من عودة يد المقاومة إلى نقطة البداية وهناك نوع من المقاومات متصل بطرف تغذية دائرة التحكم بالتيار الكهربى وفى نفس اللحظة متصل بضاغط التشغيل كما هو موضح بالشكل ويعتبر هذا بمثابة نقطة أمان بعدم إمكانية تشغيل المحرك إلا إذا كانت يد المقاومة فى بداية التشغيل .



دائرة التحكم

دائرة التشغيل

الباب الثامن

صيانة البطاريات

التمرين الأول

صيانة البطاريات

الغرض من التمرين :

التدريب على صيانة البطاريات (تنظيفها - اختبارها) .

وسائل الإيضاح :

١ - عرض البطارية على المتدربين بهدف التعرف على أجزائها .

٢ - إجراء عملية الصيانة للبطارية أمام المتدربين باستخدام الأجهزة المناسبة .

الخامات والمعدات اللازمة :

- بطارية لإجراء عملية الصيانة عليها .
- فرشة سلكية .
- مفاتيح بلدى .
- نظارات واقية .
- فرشة خشنة .
- ماء .
- أوراق أو فوط تنشيف .
- مشابك تثبيت .
- زرادية ومفك .

- (قفازات - بالطو) مطاطية .

- بيكربونات صودا .

- معجون مانع صدأ .

خطوات العمل :

١ - فك الكابلات من أصبعى البطارية .

- قم بخلع كل الحلى من يديك وارتدى ملابس الورشة المناسبة .

(ممنوع التدخين حول البطاريات) .

- فك صامولة المشبك (القطاش) .

(دائما أفصل كابل البطارية الأرضى (السالب) أولا لكى تتفادى أى دائرة قصر مع تجنب التواء أصابع البطارية) لاحظ أن بعض المشابك تحتاج إلى استعمال مفتاحين حتى يمكن فك الصامولة وكن حذرا من سقوط الأدوات المعدنية على أصابع أو جسم البطارية .

- فك الكابل بخلع المشبكين بواسطة زرجينه .

(أفصل الكابل السالب أولا) .

٢ - تنظيف البطارية :

(أ) قم بإزالة الشحومات وبقايا المواد المتأكسدة من على سطح البطارية .

(ب) قم مستخدما فرشاة بتوزيع بيكربونات الصودا على سطح البطارية وأصبعها ومشابك التثبيت .

(احترس حتى لا تدخل قطرات محلول بيكربونات الصودا من فتحات التهوية) .

شكل (١) صندوق البطارية

(جـ) استخدام الماء النظيف للتخلص من بقايا محلول بيكربونات الصودا بعد إتمام التنظيف .

(د) قم بتجفيف البطارية والكابلات بقماش نظيف يجب أن يكون أصبعا البطارية والجزء الداخلى لمشابك البطارية نظيفة ولامعة .

٣ – فحص البطارية :

(أ) افحص صندوق البطارية لاكتشاف أى كسور به .

(ب) قم بفك وفحص أغطية التهوية .

قم باستبدال المكسور منها ونظف فتحات التهوية إذا كانت مسدودة .

(جـ) اختبر مستوى السائل الالكتروليتى .

يجب أن يكون مستوى السائل الالكتروليتى عند قاع فتحة التهوية وإذا كان مستوى السائل منخفضا قم بإضافة كمية من السائل المتفق عليه .

٤ – قياس كثافة السائل الالكتروليتى باستخدام هيدرومتر .

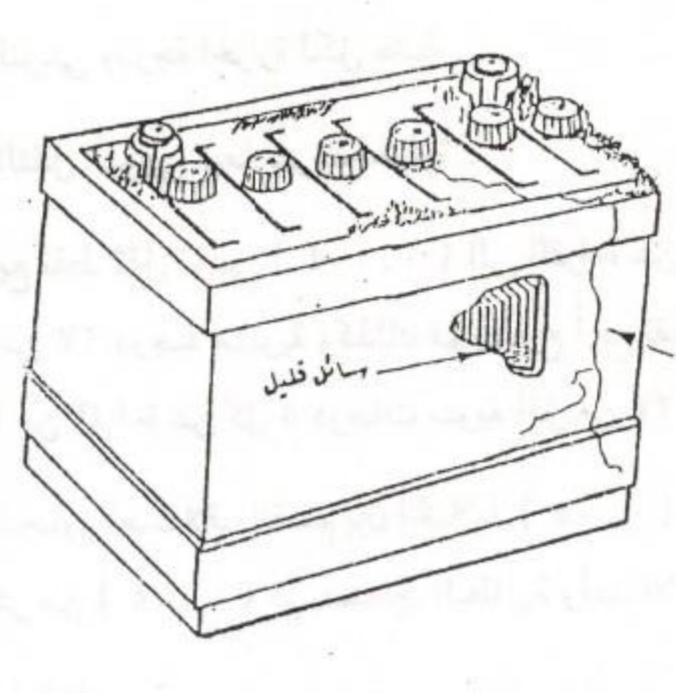
(أ) فك أغطية التهوية .

(ب) قم بإدخال الهيدرومتر داخل فتحة التهوية وتأكد من نظافة الهيدرومتر حتى لا يتسبب فى إدخال الشوائب إلى سائل البطارية .

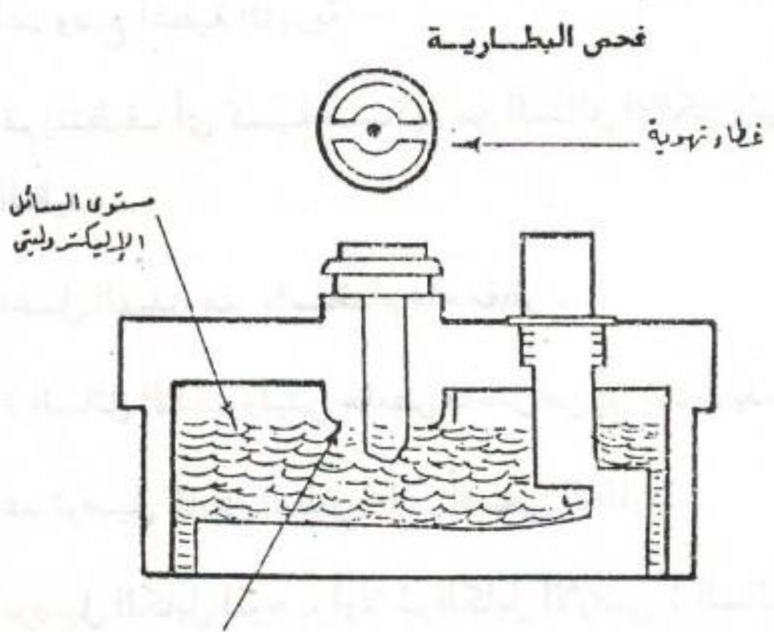
(جـ) اضغط على الانتفاخ المطاطى ثم اتركة يعود لوضعه الأول ببطء ليسحب جزء من السائل الالكتروليتى وتوقف عن الضغط عندما ترتفع وتجنب عدم سحب كمية زائدة من السائل الالكتروليتى .

(د) خذ قراءة الهيدرومتر عند مستوى النظر ولاحظ تثبيت مستوى الهيدرومتر وأن تكون العوامة حركة الحركة .

(يجب أن تكون قراءة الهيدرومتر بين ١,٢١٥ – ١,٢٧ ثقل نوعى .



فحص البطـاريـة



أخـتبار مستوى السائل الالكتروليتى

(هـ) اضغط على الانتفاخ المطاط لإرجاع السائل الالكتروليتى إلى خلية البطارية التى أخذ منها .

(و) سجل الثقل النوعى ودرجة الحرارة لكل خلية .

(ز) قم بتصحيح الثقل النوعى تبعا لدرجة الحرارة .

قم بإضافة أربع نقط ثقل نوعى (٠,٠٠٤) إلى القراءة عن كل ٥ درجات مئوية أعلى من ٢٧ درجة مئوية وكذلك قم بطرح أربع نقط ثقل نوعى (٠,٠٠٤) من القراءة عن كل ٥ درجات مئوية أقل من ٢٧ درجة مئوية .

ويجب ألا يتجاوز اختلاف القيم بين الخلايا (٠,٠٥) فإذا تفاوتت القراءات بأكثر من (٠,٠٥) قم بتسخين البطارية وأعد الاختبار .

(ح) أعد وضع أغطية التهوية .

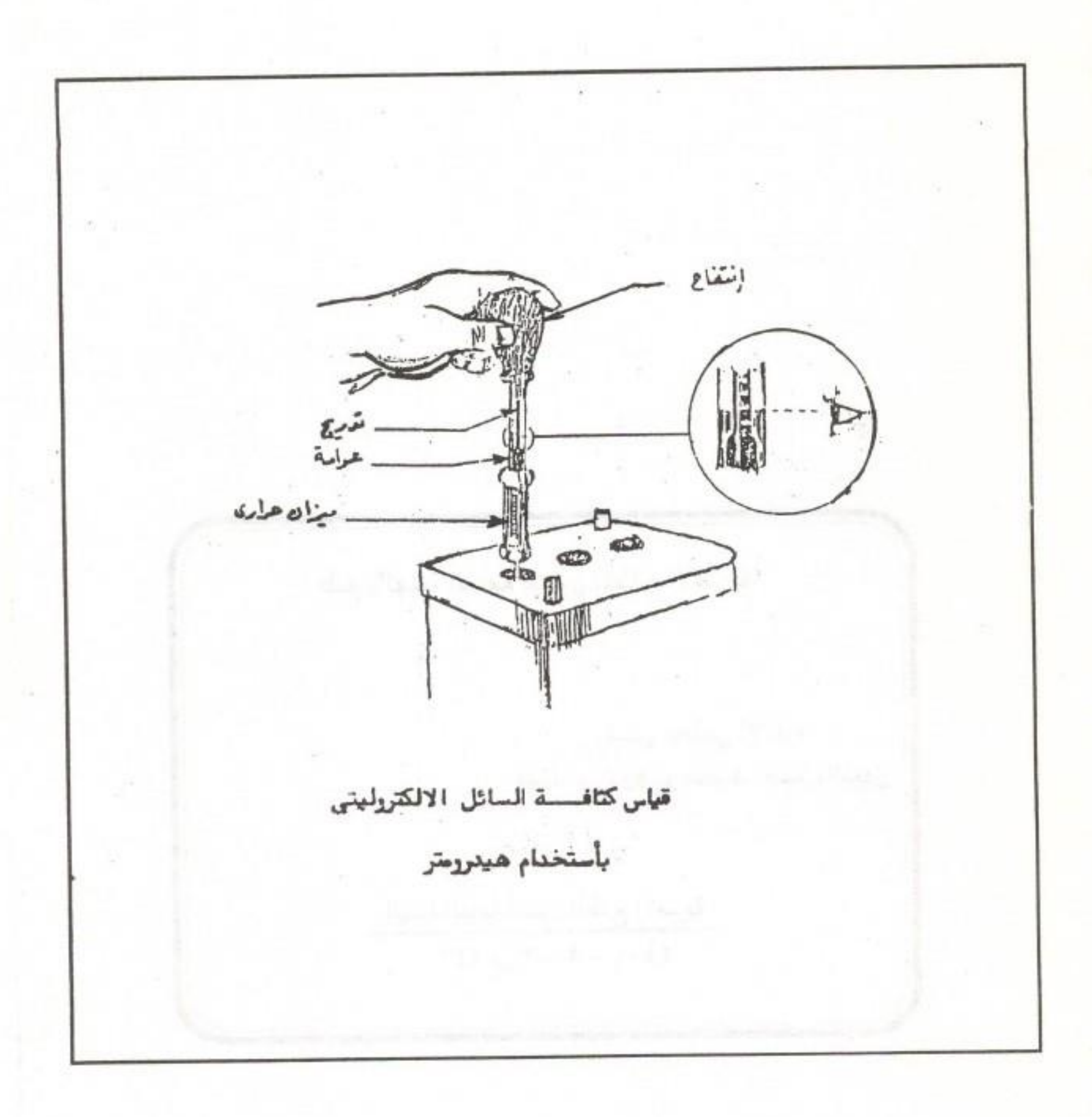
(ط) قم بتنظيف أى كمية منسكبة من السائل الالكتروليتى باستعمال الماء النظيف .

(ى) اغسل الهيدرومتر باستخدام ماء مقطر .

(السائل الالكتروليتى حامض فاحذر من أن يحرق يديك أو جسمك) .

٥ - أعد توصيل كابلى البطارية إلى أصبعى البطارية .

لاحظ توصيل الكابل الموجب أولا ثم الكابل الأرضى (السالب) .



قياس كثافـــة السائل الالكتروليتى

بأستخدام هيدرومتر

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

رئيس مجلس الإدارة

مهندس / زهير محمد حسب النبى

الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

٤٣١٠ س ٢٠٠٣ - ٤٥٠٠


AlAmiria
المطابع الأميرية